



UNION EUROPÉENNE



**Qualification de l'offre des refuges de montagne
pour un tourisme durable
en Vallée d'Aoste et Pays de Savoie**

Programme Interreg III ALCOTRA

Projet Refuges N°192

GUIDE TECHNIQUE
ASSAINISSEMENT
EN SITE ISOLÉ D'ALTITUDE



P. Boldo / G. Nicoud

Sous la direction de Gérard NICOUD



R. Beltramo / S. Duglio

**Qualification de l'offre des refuges de montagne
pour un tourisme durable
en Vallée d'Aoste et Pays de Savoie**

Programme Interreg III ALCOTRA

Projet Refuges N°192

GUIDE TECHNIQUE

**ASSAINISSEMENT
EN SITE ISOLÉ D'ALTITUDE**

Sous la direction de Gérard NICOUD

P. Boldo / G. Nicoud

R. Beltramo / S. Duglio

Partenaires



Agence Touristique
Départementale
de Haute-Savoie



Collaborateurs



BOURJOT
Environnement



Gaston MULLER Architecte –
392, route du Bettex - 74170 Saint Gervais



Cofinanceurs



Rhône-Alpes Région



Photo de couverture : Toilette sèches à proximité de l'emplacement de bivouac de Tête Rousse (photo P. Boldo).

Mise en page : André Paillet, Université de Savoie, Laboratoire EDYTEM.

Les photos hors-texte sont entourées d'un filet noir ; la plupart des schémas ont été dessinés par P. Boldo et A. Paillet.

Imprimé par : Imprimerie Nouvelle Gonnet, Virignin, BP 117 - 01303 Belley cedex.

On peut se procurer ce guide auprès du Conseil Général de la Haute Savoie, tél. 00 33 (0)4 50 33 50 04.

Dépôt légal : Juillet 2008.

ISBN 978-2-9520432-7-4

Ce guide a été rédigé sous la direction de Gérard NICOUD de l'Université de Savoie, UFR CISM, laboratoire EDYTEM.

Ont contribué à la rédaction de ce guide :

P. BOLDO de Polytech'Savoie - Université de Savoie
G. NICOUD, A. PAILLET, I. CHTOUKI d'EDYTEM – CISM – Université de Savoie
R. BELTRAMO et S. DUGLIO de l'Université de Turin
F. DORNE, S. MARTIN et A. DEVAUX du Parc National de la Vanoise
B. MERCIER et D. REIGNIER de la DDASS 74 Service Santé- Environnement.
L. LOUIS et J-P. BOIS du Service de l'eau – DAEDR - Conseil général 74
P. VACHER et M. MOREAU de la FFCAM
G. MULLER de l'Atelier des Dômes
N. HUGUET de Bourjot Environnement

Avec la participation de :

S. BAILLY, S. BARDEAU, F. BARRAULT, J. BELINE, J. BERGER, L. BOBET, C. BRICARD, E. BRISSON, M. CORAIL, P. GAMEN, T. HASSMAN, N. HUGUET, J. JACOB, L. LEFEVRE, F. MERMINOD, C. MOREL, C. POUPELIN, E. RANCHIN, L. SIX, N. VANUCCI étudiants stagiaires à l'Université de Savoie
Association des gardiens de refuge : J. MOATTI, L. DIDIER
Association des gardiens de refuge valdôtains : P. BARREL
ATD 74 : M-L FRESCURAT
Bourjot Environnement : L. BOURJOT, N. HUGUET, A.-S. MASURE,
Espace Mont-Blanc : S. TUAZ
FFCAM : M. COELLO, M. COURTIAL, J-P. LABORIE , M. REZER
Fondation Montagne Sûre : D. DUFOUR, JP. FOSSON
Région Autonome de la Vallée d'Aoste (Assessorat de l'Environnement et du Tourisme) : L. INCOLETTI
Quattrocchio Cabinet d'architectes : E. QUATTROCCHIO

Les auteurs tiennent à remercier pour l'accueil et l'intérêt dont ils ont fait preuve lors des rencontres :

les gardiens des refuges :

Albert 1er, Ambin, Arpont, Avérole, Bertone, Bonatti, Chaligne, Col du Palet, Conscrits, Deffeyes, Félix Faure, Fond d'Aussois, Lac Blanc, La Leisse, Leschaux, Les Evettes, Levi Molinari, Oratorio di Cuney, Pigeonnier, Plan du Lac, Presset, Quintino Sella al Félik, Tête Rousse, Tré la tête, Vallonbrun et tous ceux, non cités, qui ont toujours répondu avec patience à nos sollicitations,

ainsi que les personnes et organismes suivants :

DIACT Grenoble : Mr J-J. RITSCHARD

DDAF 38 : Mr I. LAMOUR

DDASS 38 Service Santé Environnement : Mr M. DELAQUAIZE et A. PARENT

Ecosphère Technologies : Mr COLOMBO

Satna : Mr CHEVALLIER

Sanitec : Mr BERNIER

SAP La Plagne : Mr J-M PETIT

STV Courchevel : Mr PLACANT

et tout particulièrement Mr P. Chapelet et son équipe du service des Affaires Européennes et de la Coopération Décentralisée du Conseil Général de la Haute-Savoie qui ont porté ce projet Interreg.



Mer de nuages vue du refuge du Pigeonnier, 2427 m, Massif des Ecrins - (France).

Sommaire

1 Contraintes psychologiques	9
2 Les contraintes environnementales du milieu montagnard sur l'assainissement autonome	11
2.1 L'isolement	12
2.2 La topographie	12
2.3 La géologie	12
2.4 Le climat montagnard	13
2.5 Les eaux de surface	14
2.6 Les eaux souterraines	15
2.7 Les contraintes sanitaires	15
3 Les eaux usées associées aux sites d'altitude	17
3.1 Origine et nature des effluents	18
3.2 Caractéristiques des effluents	19
4 Les contraintes réglementaires	21
5 Les dispositifs techniques d'assainissement autonome	25
5.1 Les techniques d'assainissement avec eau	26
5.1.1 les dispositifs de prétraitement	26
a - Le bac à graisses	26
b - Le système décanteur + digesteur	28
c - La fosse Imhoff	29
d - Les fosses septiques et toutes eaux	30
e - L'indicateur de colmatage	33
f - Les boues	34
5.1.2 Les dispositifs de traitement	35
5.2 Les techniques d'assainissement sans eau	38
5.2.1 La fosse étanche	38
5.2.2 Les toilettes sèches à sciure	39
5.2.3 Les toilettes à recirculation	39
5.2.4 Les toilettes à séparation	40
5.3 Détails techniques	42
5.3.1 Les tuyauteries	42
5.3.2 Les cuvettes de WC	43
5.3.3 Les urinoirs	43
5.3.4 Les aérations	43

6 Les contraintes financières de l'assainissement autonome en site isolé d'altitude	45
6.1 Le coût de l'investissement.....	46
6.1.1 Le coût des études préalables.....	46
6.1.2 Le coût de matériaux et dispositifs techniques.....	46
6.1.3 Les coûts de la mise en œuvre.....	46
6.2 Le coût du fonctionnement.....	47
6.2.1 L'entretien quotidien.....	47
6.2.2 Les vidanges	47
a - Les graisses.....	47
b - Les boues	47
c - Les toilettes à recyclage	49
d - Les toilettes sèches.....	49
6.2.3 L'entretien saisonnier	50
7 Aide au choix des dispositifs.....	51
Bibliographie - Webographie	54



Refuge Alberto Deffeyes, 2494 m, Vallée d'Aoste (Italie).

Préambule

Ce guide a été réalisé dans le cadre du projet de coopération transfrontalière « Refuges – Qualification de l'offre des refuges de haute montagne pour un tourisme durable dans la vallée d'Aoste et dans les Pays de Savoie », financé par le programme Interreg III ALCOTRA (Alpes Latines Coopération Transfrontalière).

L'objectif principal de ce projet de coopération transfrontalière est d'adapter- à travers différentes mises aux normes - **l'offre refuge aux attentes actuelles** des utilisateurs et des populations montagnardes tout en étant à même de **maîtriser les solutions techniques respectueuses de l'environnement** pour une gestion facilitée et efficace de ces refuges.

L'amélioration du confort des refuges est souhaitée partout pour satisfaire tous les usagers, les randonneurs, novices ou expérimentés, jeunes ou anciens, mais aussi les gardiens. Tous apprécient un repas chaud, des lavabos avec eau, chaude si possible, des sanitaires sans odeurs et proches du refuge, une douce chaleur ambiante et la possibilité de faire sécher les vêtements. Bref, tout ce qui ressemble à l'ordinaire des villes et des campagnes. Mais nous sommes ici en montagne, milieu froid, difficile d'accès et isolé.

Ce confort va s'accompagner de **besoins accrus en eau** potable, ce qui obligatoirement va générer des **volumes conséquents d'eaux usées** et nécessiter de **l'énergie en quantité** bien supérieure aux seuls besoins d'éclairage.

Aussi ce programme Interreg Refuges se propose **d'évaluer les solutions techniques** disponibles pour satisfaire ces exigences, à partir de retours d'expériences conduites sur le terrain au travers de nombreuses visites et ce depuis plus de 10 ans jusqu'à la fin décembre 2007.

Les 3 guides techniques réalisés dans ce programme Interreg sont conçus pour respecter l'esprit d'**un développement durable des refuges**, dans des espaces grandioses, qui incitent à la contemplation et sont souvent d'ailleurs des espaces protégés. Le but est de réussir, sans défaut ni délai, à intégrer la réalité des contraintes techniques à la représentation du refuge imprimée dans l'imaginaire des randonneurs.

Il nous appartient donc de concevoir :

- des adductions d'eau en tout point respectueuses de la réglementation sanitaire,
- des dispositifs de traitement des effluents sans nuisances olfactives ou visuelles ni rejets polluants dans le milieu naturel,
- et une production d'énergie suffisante pour satisfaire les besoins de traitement d'eau, de ventilation des unités de dépollution, de production d'eau chaude, de fonctionnement des appareils de cuisine, de chauffage, de séchage et d'éclairage, tout en limitant la quantité de CO2 rejetée dans l'atmosphère.

Les technologies mises en oeuvre doivent être bien adaptées au site et à chaque refuge. Elles doivent être efficaces et les dispositifs faciles d'entretien afin de dégager les gardiens des préoccupations techniques et les rendre disponibles pour un accueil chaleureux des randonneurs.

C'est surtout le fonctionnement des refuges durant la saison estivale qui regroupe les plus grosses exigences en matière d'eau, d'énergie et de traitement des effluents du fait de la concentration de l'affluence sur cette courte période. Mais les besoins en saison d'hiver ne sont pas à négliger malgré des marges de manœuvres techniques réduites du fait du climat montagnard.

Les 3 guides techniques :

- « **Alimentation en eau en site isolé d'altitude** »
- « **Energie en site isolé d'altitude** »
- « **Assainissement en site isolé d'altitude** »

font le point sur les techniques utilisées. La conception des dispositifs, leurs coûts, leurs atouts et leurs inconvénients sont avancés en toute transparence grâce aux investigations de terrain, aux observations, aux expériences et aux conseils des gardiens et des propriétaires de refuges. Une aide au bon choix des dispositifs est apportée en fonction des caractéristiques des refuges, de leur environnement physique, de la vulnérabilité des milieux et du degré de confort admis ou contraint.

Ces guides sont destinés :

- aux propriétaires de refuges,
- aux architectes de montagne,
- aux responsables administratifs (services de l'état, des départements et des communes),
- aux financeurs de projets,
- aux gardiens de refuges,
- et à tous les passionnés des faces cachées de la montagne.



La Dent du Géant, 4013 m, vue du refuge de Leschaux, Massif du Mont Blanc (France).

1

Contraintes psychologiques

Le bon fonctionnement des installations de traitement des effluents dépend, au-delà du bon choix de la filière d'assainissement, d'un entretien quotidien et soigné. A ce titre, le fait de se situer dans un espace montagnard désiré, parfois idéalisé et quelquefois protégé, implique un soin particulier accordé à cet aspect du problème et un rôle de formation et d'exemple vis à vis des personnes accueillies dans cet espace. Les refuges doivent faire preuve, si possible de façon visible, de leur exemplarité dans ce domaine.

Outre la justification des choix techniques, l'évaluation des coûts d'investissement et de fonctionnement et leurs répercussions sur les tarifs pratiqués doivent être mis en évidence. Si l'affichage des coûts de traitement des déchets est une hypothèse plausible, un travail d'éducation et de formation orienté vers tous les acteurs (propriétaires, gérants, concepteurs et usagers) est une nécessité.

Il est bien évident que si le lavage d'un sol au jet d'eau ne soulève aucune difficulté pour le gardien, il n'en est déjà plus de même de l'indispensable nettoyage toutes les quinze jours d'un bac à graisses ou du local technique des toilettes sèches compte tenu de l'aspect visuel et des odeurs.

Mais lorsqu'il s'agit de manipuler des excréments humains, hormis peut-être ceux des nourrissons, la question devient délicate alors que la manipulation des déjections animales se fait presque sans réticences. Le fait de porter des gants rassure, mais n'élimine pas la répugnance. Notre perception de ce qui est propre ou sale relève autant d'aspects objectifs, voire législatifs, que d'aspects culturels, voire religieux. Il s'agit d'un état de fait qu'il faut intégrer pour parvenir à une coopération de tous.

Il est dès lors évident que l'entretien des WC et des fosses pose un problème. De plus, la moindre dérive de propreté dans des lieux publics est très vite catastrophique et dégénère. La question d'un entretien minimum, notamment en période non gardée, exprimée en terme de coût et de responsabilité devient dès lors cruciale.

Les choix techniques doivent impérativement prendre en compte cet aspect humain. Le fait d'utiliser des bacs transportables, un accès aisé aux ouvrages et tampons de visite, la présence de poignées de manutention constitueront des éléments montrant au gestionnaire la prise en compte de cette composante.

Le choix de la filière d'assainissement, intégrant ce paramètre psychologique, en sera mieux accepté et approprié par le gardien.

2

**Les contraintes
environnementales
du milieu montagnard
sur l'assainissement
autonome**

L'analyse de ces contraintes conduit au choix de solutions techniques et économiques viables mais nécessitant parfois, en fonction de critères limitant propres à certains sites, l'adoption de dérogations à la réglementation générale.

2.1 L'isolement

Les refuges et autres bâtiments d'altitude sont éloignés de tout réseau de collecte et de traitement des effluents. De plus il ne sont pas accessibles à des véhicules lourds tout ou partie de l'année. C'est pourquoi doit être mise en place, pour chacun des bâtiments, **une filière globale d'assainissement non collectif des eaux usées**.



Figure 1 : Refuge des Grands Mulets
- Mont Blanc (Photo CAF).



Figure 2 : Refuge-porte de Plan du Lac
- Vanoise (photo S. Pelisset).

2.2 La topographie

En règle générale, les refuges se tiennent sur des pentes plutôt faibles en moyenne montagne (Vanoise). Par contre, lorsqu'on aborde la haute montagne, les pentes deviennent fortes et les espaces réduits (Mont Blanc).

2.3 La géologie

Le contexte lithologique des terrains, leur épaisseur et leur géométrie vont fortement influencer les capacités d'un site à supporter les dispositifs de l'assainissement autonome.

- Les formations du substratum rocheux sont le plus souvent compactes. Certaines sont a priori peu perméables (granite, micaschistes, grès...). Néanmoins, elles acquièrent une meilleure perméabilité par déstructuration mécanique (décompression, dégel du permafrost...). D'autres, au contraire, restent franchement imperméables (schistes, marnes...). A l'opposé, certaines roches sont exagérément perméables (calcaires, dolomies...) pour permettre l'épuration des eaux usées prétraitées.
- Les formations superficielles détritiques, meubles, sont perméables pour les unes (éboulis, écoulement, moraines d'ablation, matériaux alluviaux...) ou peu perméables pour les autres (moraines de fond et latérales, altérites des schistes...).

Toutes ces formations géologiques présentent une grande diversité lithologique et spatiale, d'où des comportements différents vis à vis des eaux à infiltrer. Chaque site doit être examiné avec attention.

Si la couverture pédologique est largement présente en moyenne montagne à proximité plus ou moins grande des refuges, elle est absente en haute altitude.

En résumé, la moyenne montagne comprend, le plus souvent, des formations meubles, poreuses, perméables et un couvert pédologique. La haute montagne est constituée plutôt de formations rocheuses plus ou moins disloquées, mais de grande extension, sans espace supportant des sols.

2.4 Le climat montagnard

Il influe à plusieurs titres sur les conditions d'assainissement :

- les températures moyennes estivales basses et décroissantes avec l'altitude, y compris l'été, ne sont pas favorables au développement de l'activité bactérienne dans les fosses et le sol.
- le gel du sol crée des désordres géotechniques dans les structures des bâtiments et des dispositifs d'assainissement et diminue la capacité d'infiltration des effluents.
- La fusion nivale sature nombre de terrains durant la fin du printemps et le début de l'été, limitant ainsi l'infiltration des effluents tout en favorisant le ruissellement.

- Le manteau neigeux, isolant thermique remarquable, est inégalement réparti, perturbé par les conditions aérologiques naturelles ou modifiées par les bâtiments.

A titre d'exemple, les conditions climatiques (températures air, sol, sous-sol) ont été suivies pendant deux années au Col du Palet (Vanoise) :

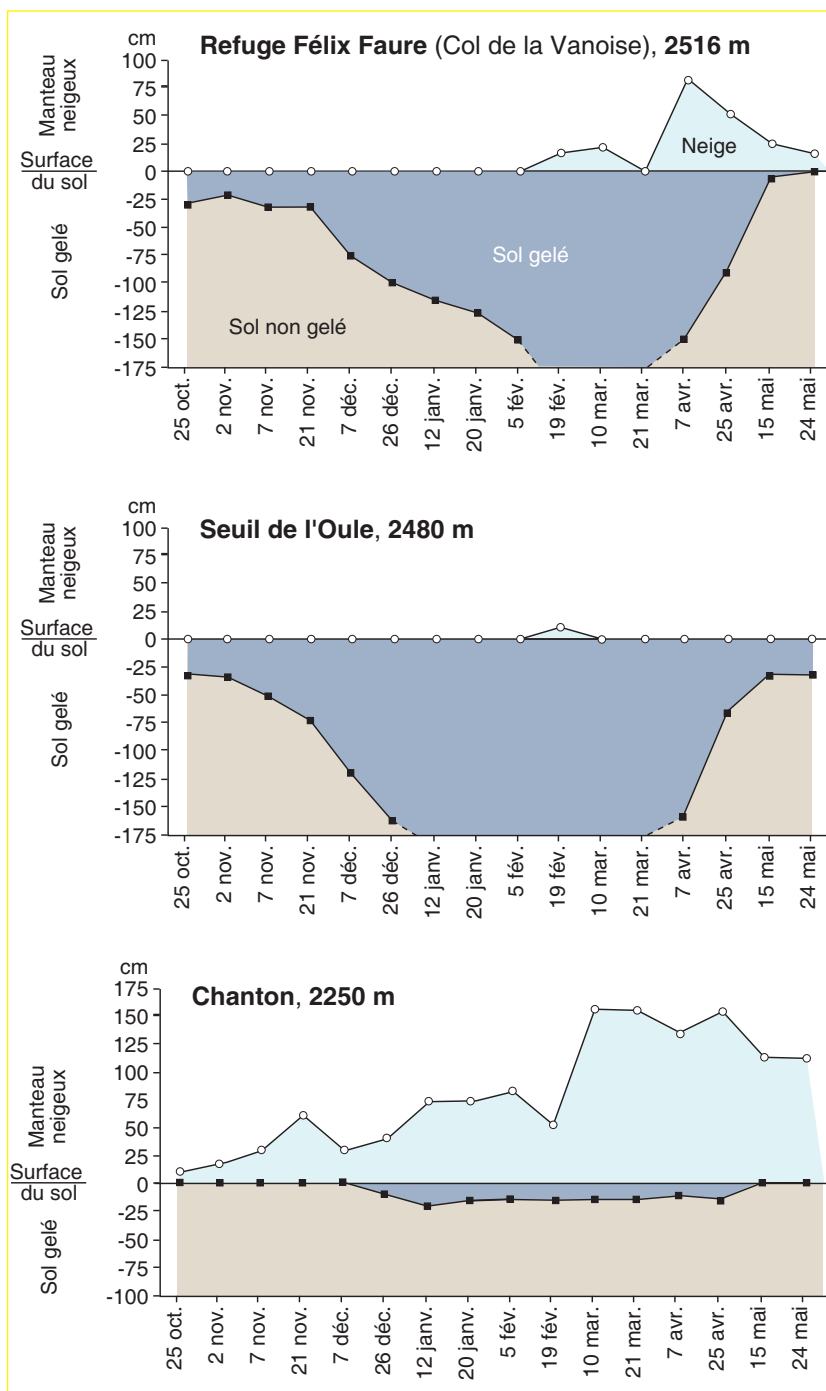


Figure 3 : Températures et profondeur de gel au Col de la Vanoise selon l'enneigement (d'après M. Gerbelot – PNV).

- les températures moyennes mensuelles estivales de l'air n'ont pas dépassé 10°C.
- celles de la surface du sol ne sont guère plus élevées que celles de l'air en été (réchauffement par rayonnement solaire) et en hiver (couverture neigeuse isolante).
- Le sous-sol (à 1 mètre de profondeur) tamponne les températures à des valeurs positives (le mois

d'avril étant le plus froid du fait de la disparition de la couverture neigeuse isolante) décalées de 2 mois par rapport à celles du sol et de 3 à 4 mois par rapport à celles de l'air.

- C'est avec la disparition de la neige que la température du sol remonte fortement et rapidement (quelques jours) suivie par celle du sous-sol plus faiblement mais en continu (quelques semaines).
- La différence de couverture neigeuse entre les deux hivers influe beaucoup plus que la température elle-même.

2.5 Les eaux de surface

En règle générale, les cours d'eau d'altitude présentent un débit d'étiage en hiver et des débits élevés en fin de printemps et en été grâce à la fusion nivale, associée aux précipitations liquides, avec un décalage temporel entre moyenne et haute montagne. Les forts débits sont plus précoces en moyenne montagne. Ils sont suivis en fin d'été d'un abaissement sévère des débits qui existe peu en haute montagne.

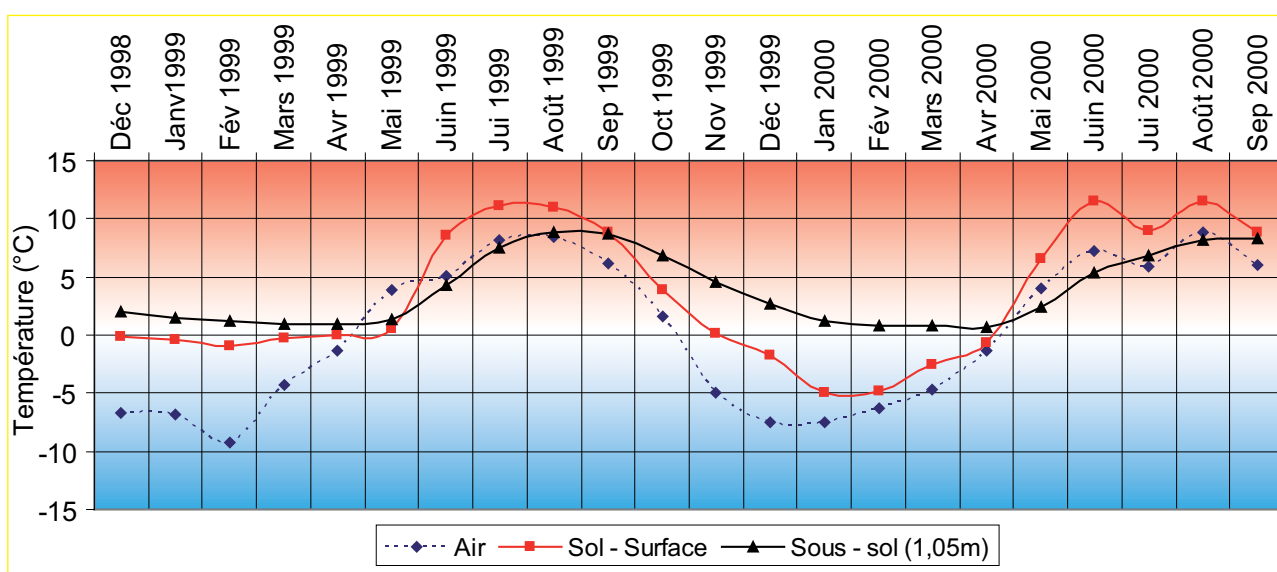


Figure 4: Températures moyennes mensuelles air / sol / sous-sol, au col du Palet, profondeur 1,05 m (Primus Boldo).



Figure 5 : Bâtiment-dortoir du Refuge du col du Palet - Vanoise.

Les cours d'eau présentent ainsi des aptitudes certaines pour la dilution d'effluents traités en saison estivale, comme l'ont confirmé les mesures réalisées par A. Wyss (2008) sur des torrents à l'aval de cabanes en Suisse.

2.6 Les eaux souterraines

Les formations aquifères sont plutôt disposées en pied de versant et en moyenne montagne. Elles sont rares ou absentes en haute montagne. L'alimentation de ces aquifères est réglée par l'infiltration des eaux de fonte nivale et des précipitations liquides. De ce fait, la quasi totalité des refuges n'ont pas d'eau suffisante à disposition durant l'hiver et le début du printemps. Certains sites de haute montagne (Mont Blanc) ou particulièrement perchés sur des éperons rocheux (Mont Blanc) ou positionnés sur du substratum très perméable (Platé) n'ont pas d'eau disponible durant toute l'année. Aussi, tout dispositif d'assainissement basé sur l'usage de l'eau doit être proscrit.

Parallèlement, les pollutions émises par les refuges placés en tête de bassins versants contribuent à menacer la qualité des eaux superficielles et souterraines localisées en contrebas.

2.7 Les contraintes sanitaires

La protection des eaux captées dans le bassin versant impacté par le refuge constitue une contrainte majeure dans le choix du dispositif d'assainissement du refuge. Les prescriptions réglementaires figurent dans le document relatif aux périmètres de protection.



Refuge Albert 1^{er}, 2706 m, Massif du Mont Blanc - Haute Savoie (France).



Refuge du Promontoire, 3082 m, Massif des Ecrins - Isère (France).

3

Les eaux usées associées aux sites d'altitude

La quantité d'eau utilisée varie en fonction de la vocation du site, de sa fréquentation, du degré d'équipement et de l'eau disponible. L'eau est consommée entre autres pour la boisson, la cuisine, les sanitaires, les toilettes (dont douches) et le nettoyage des équipements.

La consommation varie au cours de la journée, d'une journée à l'autre selon la météo et la fréquentation. A titre indicatif et faute de compteur sur les installations, les débits ont été estimés à :

5 L / nuitée en haute altitude
40 L / nuitée pour les refuges-étapes sur les grands circuits
80 L / nuitée pour les refuges à restauration dominante.

L'existence de compteurs dans quelques rares refuges permet de corroborer ces valeurs. Au refuge Quintino Sella al Félik – Aoste, le gardien nous a indiqué une consommation de 15 à 20 L / nuitée. Au refuge Deffeyes - Aoste, la moyenne s'établit à 40 Litres selon Olmo (1993). La thèse de Guercilena (1994) précise une variabilité de 13 à 117 L / nuitée.

La nuitée constitue la référence de base. L'augmentation de la consommation d'eau est, dans certains cas, à attribuer à un fort passage à la journée qui accroît la consommation ramenée à la nuitée.

L'absence de données plus précises est un handicap fort pour le dimensionnement des dispositifs de traitement des eaux usées.

3.1 Origine et nature des effluents

a - Les eaux ménagères sont constituées par :

- les eaux de cuisine (restauration, vaisselle). Il s'agit d'eau à débit et à température variables selon les installations, contenant des matières organiques issues de la préparation et des reliefs des repas, des déchets minéraux (terre...), de produits de nettoyage (détergents, javel, antibactériens) et des indésirables (plastiques, papiers, solvants...) ;
- et des eaux de lavage (douches, lessives). Il s'agit d'eau à débit et à températures variables selon les installations, contenant des déchets organiques (graisses...), des germes (de la peau, de la cavité buccale...), des détergents (savons, lessives...), des antiseptiques (chlore...) et des indésirables (papiers, plastiques, emballages...). Il faut signaler l'existence de produits de nettoyage à forte bio-dégradabilité dont l'utilisation permet de diminuer la charge polluante. La production des

eaux ménagères tend à augmenter pour satisfaire la demande de confort de la clientèle soutenue par les gardiens qui voient ainsi une amélioration de leurs revenus (douches, repas).

b - Les eaux vannes provenant de WC :

- Elles comprennent de l'eau froide, voire très froide, à débit variable selon les installations, des matières fécales (urine et fèces), des fluides biologiques (sang...), du papier toilette (parfois imprégné de bactéricides), des germes pathogènes (20% du poids des fèces) et des matériaux et produits indésirables (matières plastiques telles que bouteilles et emballages; matières organiques telles que déchets alimentaires, cartons... ; métaux tels que bouteilles de gaz, boîtes de conserve, téléphone portable... ; détergents, solvants, javel, produits médicamenteux contenus dans les fèces).

La production journalière de déjection par usager est voisine de 1 à 1,3 litre d'urine par jour et 125 à 270 grammes de fèces par jour (Corail M., 1991 ; Barrault et al., 1998).

3.2 Caractéristiques des effluents

Le choix et le dimensionnement des dispositifs techniques, doivent prendre en compte :

- **la charge hydraulique**, définie comme le volume d'eau consommée et rejetée. Elle conditionne le bon dimensionnement des installations basé sur un temps de séjour de l'effluent dans la fosse de prétraitement d'au moins 3 à 5 jours. La variabilité des débits entre saisons et de jour en jour est très forte et fonction du type de fréquentation. La présence d'un compteur sur l'arrivée d'eau permet de quantifier cette charge et de justifier les moyens mis en œuvre.

- **la charge organique**, composée de divers éléments qui nécessitent des traitements spécifiques.

- **les MES (matières en suspension)** exprimées en mg/l, particules minérales ou organiques en suspension causant le colmatage progressif des sols. Des mesures réalisées dans ou à la sortie de dispositifs de prétraitement, durant deux campagnes estivales sur 8 refuges donnent des valeurs comprises entre 47 et 370 mg/l, les valeurs les plus fortes étant relevées à la sortie des bacs à graisses (Berger J. et al, 1999). En France, la valeur maximale autorisée pour les eaux rejetées en milieu hydraulique superficiel est de 30 mg/l.

- **les matières oxydables**, sous forme adsorbée sur les MES (15 à 20 %) et dissoute (80 à 85 %). Leur biodégradation résulte de processus d'oxydation en milieu aérobie. La quantification de ces matières se fait par la mesure des quantités d'oxygène consommées par oxydation (mg de O₂/l) par voie biologique (DBO₅ : demande biologique en

oxygène sur 5 jours) et par voie chimique (DCO : demande chimique en oxygène). Les mesures réalisées durant deux campagnes estivales (Berger J. et al, 1999) sur 8 refuges, dans ou à la sortie des dispositifs de prétraitement, donnent des valeurs comprises entre 150 et 780 mg/l O₂ pour la DBO₅ (de 1 à 4.5 g/l O₂ à la sortie des bacs à graisses) et entre 460 et 1 600 mg/l O₂ pour la DCO (entre 1.5 et 6.5 g/l O₂ à la sortie des bacs à graisses).

- **les composés azotés** provenant des déjections humaines. Leur décomposition conduit entre autre à l'azote ammoniacal NH₃ très volatil, cause de nuisances olfactives, et in fine aux nitrates NO₃. Les teneurs en azote Kjeldahl mesurée par Berger J. et al (1999) sont comprises entre 12 et 320 mg/l dans et à la sortie des fosses.

- **les composés phosphorés** issus des déjections humaines et des lessives. Les teneurs mesurées par Berger et al (1999) sont comprises entre 8,5 et 40 mg/l dans et à la sortie des fosses.

- **et la charge bactériologique**. Elle provient principalement des eaux vannes. La proportion de bactéries dans les fèces atteint 20 % du poids total (Gotass, 1959). Elle est encore accrue par la présence de matières organiques. Ce sont les fèces qui contaminent les urines. Mais les eaux de cuisine, des lavabos et des douches contiennent aussi une charge bactériologique élevée.

Les mesures réalisées durant deux campagnes estivales, sur 8 refuges équipés, par Berger et al (1999) sont de 5.10⁶ à 3,7.10⁷ Escherichia coli, pour 100 ml dans et à la sortie des fosses (jusqu'à 2.10⁴ E.C pour 100 ml en sortie de bacs à graisses) et de 6.10⁶ à 3,4.10⁷ entérocoques pour 100 ml dans et en sortie de fosse (moins de 30 pour 100 ml en sortie de bacs à graisses). La stérilité des urines a été confirmée par des analyses (Barrault et al., 1998).



Refuge de Tré la Tête, 1970 m, Massif du Mont Blanc - Haute Savoie (France).



Refuge Mont Thabor, 2502 m - Savoie (France).

4

Les contraintes réglementaires

NB : L'état réglementaire français décrit ci-dessous est celui en vigueur début juin 2008. De nouveaux textes sont en préparation mais ne sont pas encore parus.

En France

En France, il n'existe pas de réglementation spécifique à la montagne en matière d'assainissement autonome.

La loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006, par son arrêté L-1331-1-1 du code de la Santé Publique, impose aux bâtiments non raccordés à un réseau collectif un assainissement autonome, en bon état de fonctionnement. L'arrêté du 6 mai 1996 modifié par l'arrêté du 26 décembre 2003 fixe les prescriptions applicables aux systèmes d'assainissement non collectif, notamment les techniques de collecte, de prétraitement, d'épuration, d'infiltration ou de rejet des eaux usées traitées. Lorsque cela est nécessaire, des arrêtés du maire ou du préfet territorialement compétents peuvent compléter l'article 3 du dit-arrêté.

L'article 14 de ce même arrêté considère que l'assainissement des « installations diverses » (dont sites isolés d'altitude ?) relève soit des techniques admises pour les maisons individuelles soit des techniques mises en œuvre en matière d'assainissement collectif (en particulier décanteurs-digesteurs). **Une étude particulière** doit donc être réalisée pour justifier les bases de conception, d'implantation, de dimensionnement, les caractéristiques techniques, les conditions de réalisation et d'entretien et le choix du mode et du lieu de rejet.

Un bac à graisses est nécessaire lorsque les effluents contiennent des huiles et des graisses en quantité importante (art. 15).

Les modalités de rejet des effluents doivent assurer la permanence de l'infiltration des effluents par des dispositifs d'épuration et d'évacuation par le sol tout en protégeant les nappes d'eau souterraines (art.3).

Le rejet vers le milieu hydraulique superficiel ne peut être effectué qu'à titre exceptionnel. La quantité maximale autorisée pour le rejet, constatée à la sortie du dispositif d'épuration est de 30 mg/l de MES et de 40 mg/l de DBO5. Sont interdits les rejets d'effluents, même traités, vers un puisard ou autre cavité. L'élimination des matières de vidange doit être effectuée conformément aux dispositions réglementaires prévues par le plan départemental (art. 6).

La commune a obligatoirement en charge le contrôle des systèmes d'assainissement non collectif. Une redevance, prévue à cet effet, est payée par le propriétaire (art. L.2224-8 et 2333-129 du code général des collectivités territoriales).

Des adaptations à cette réglementation dans certains secteurs en fonction du contexte local et des dispositifs prescrits sont subordonnées à **des dérogations** du préfet du département (exemple du rejet des effluents prétraités par puits d'infiltration). C'est le service unique de la police de l'eau du département, en accord avec les orientations de la Mission Inter-services de l'Eau (MISE), pôle de compétence mis en place par le préfet, qui instruit les dossiers de dérogations.. En cas d'innovation technique, le Conseil Supérieur d'hygiène publique de France propose, aux ministres concernés, les nouvelles adaptations. Des arrêtés d'un maire, pris en application de l'article L. 1311-2 du code de la santé publique, peuvent ajouter des dispositions particulières pour assurer la protection de la santé publique (région karstique, captage proche...).

En Italie

En Italie, ce qui concerne les refuges est, à l'origine, régi par le texte organique des normes du domaine des refuges alpins (D.P.R. 918/1957) repris par la loi cadre sur le tourisme (L. 217/1983) qui classe les refuges comme des structures non hôtelières et les définit comme des « locaux à même de fournir un hébergement en zone montagneuse de haute altitude en dehors des zones habitées. ». La loi cadre demande à l'autorité normative régionale de déterminer les critères pour la classification des structures mais la plupart du temps cette opportunité n'a pas été utilisée.

Au plan national il n'existe pas de norme qui définisse de façon unique les refuges.

Dans la région autonome de la Vallée d'Aoste

Dans la région autonome de la Vallée d'Aoste, la Loi Régionale N°11 du 29/05/1996 (Réglementation des structures d'accueil non hôtelières.) établit que « *On entend par refuges les structures d'accueil, situées dans des sites propices aux ascensions et aux randonnées, propres à assurer l'hébergement et le repos des alpinistes et des randonneurs dans des zones de montagne isolées, accessibles par des chemins muletiers, des sentiers, des tracés traversant des glaciers ou des moraines ou par des téléphériques ou des routes sur lesquelles la circulation automobile est réglementée.* »

En ce qui concerne les rejets hydriques, les dernières dispositions à caractère régional sur les refuges alpins figurent dans le Règlement régional N°2 du 21/03/1997 « (Réglementation des structures d'accueil non hôtelières) et établissement des conditions requises en matière d'hygiène et de santé, y compris les conditions afférentes à l'approvisionnement en eau potable, aux égouts et à la sécurité ». L'article 7 du Règlement régit le problème des eaux usées.

Ces informations sont disponibles sur le site « www.consiglio.regione.vda.it » à la rubrique « Banque de données ». L'assessorat compétent est l'Assessorat du Tourisme, des Sports, du Commerce et des Transports, 3, place de Narbonne - 11100 Aoste, Tel.: +390165272721.



Refuge de l'Arpont, 2309 m , Massif de la Vanoise - Savoie (France).



Refuge de la Selle, 2673 m, Massif des Ecrins - Isère (France) (photo Melaine Leroy).

5

Les dispositifs techniques d'assainissement autonome

En fonction de la disponibilité et de l'utilisation d'eau courante dans les refuges et des contraintes géographiques et sanitaires des sites, deux catégories de dispositifs d'assainissement autonome sont rencontrées.

5.1 Les techniques d'assainissement avec eau

Elles permettent de traiter en commun ou séparément les eaux vannes et les eaux ménagères.

Comme le montre le schéma (fig. 6), l'élimination des eaux usées comprend une phase de prétraitement et une phase de traitement.

5.1.1 Les dispositifs de prétraitement

a - Le bac à graisses

La présence d'un dégrilleur indépendant n'est pas souhaitable, du fait de sa complexité et de la difficulté d'entretien par le gardien. Cette fonction est assurée en entrée du bac à graisses par le panier amovible. L'installation récente d'un dégrilleur statique indépendant est à signaler au seul refuge Bertone

– Aoste. Dans le cas d'une activité de restauration avec cuisine sur site, les graisses sont récupérées par flottaison dans un bac qui vise à fixer les matières grasses colmatant les tuyauteries et autres dispositifs d'infiltration.

Ce bac comprend :

- un premier compartiment de stabilisation des effluents
- un panier perforé extractible pour les particules les plus grossières, placé dans le compartiment de stabilisation ;
- une cloison siphonide pour retenir les graisses dans le compartiment ;
- un deuxième compartiment d'évacuation des effluents dégraissés vers le traitement primaire
- un couvercle étanche ;
- et une ventilation connectée à la ventilation haute de la fosse.

Le dégraissage s'applique aux eaux de cuisine dans le cas de restauration collective. Son dimensionnement est fonction des débits utilisés (cf tableaux 1 et 2).

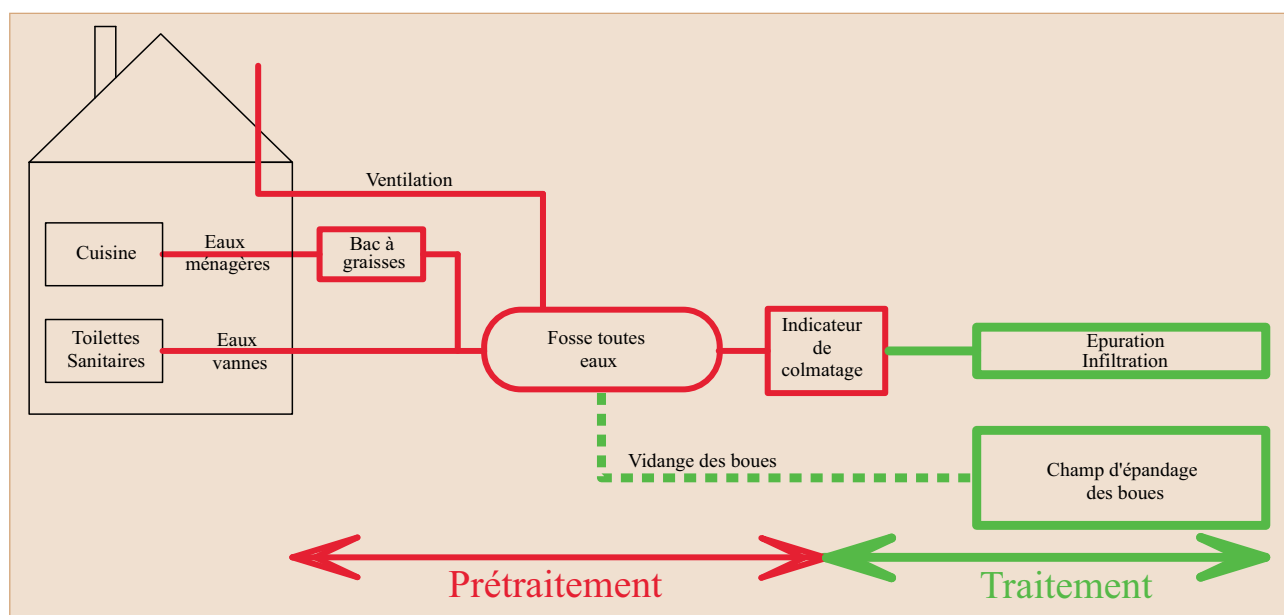


Figure 6 : Schéma général d'assainissement des eaux usées.

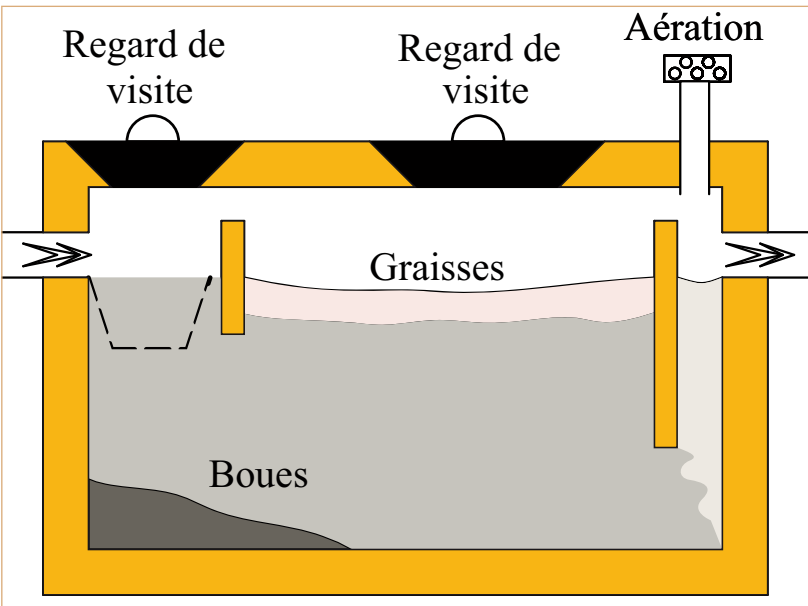


Figure 7 : Schéma de principe d'un bac à graisses.

L'installation enterrée, de préférence en fosse bétonnée, double sensiblement le coût. Toutefois, une pose hors sol se révèle plus pratique à l'entretien.

Le bac à graisses doit être placé à l'extérieur du bâtiment mais au plus près de la cuisine pour éviter le dépôt des graisses refroidies dans le tuyau d'amenée.

Le dispositif exige un entretien régulier et un contrôle bi-mensuel, avec écrémage des graisses et vidange du panier. Les déchets sont alors stockés dans un bidon fermé (100 l) pour évacuation en vallée, en fin de saison et traitement spécifique (incinération, ordures ménagères).



Figure 8 : Séparateur de graisses du refuge de l'Arpont - Vanoise en fosse bétonnée (photo PNV).

Nombre de repas par jour	Débit nominal	Capacité du bac
< 200	2 l/s	500 litres
200 à 400	4 l/s	1 000 litres
400 à 600	7 l/s	1 500 litres

Tableau 1: Capacité des bacs à graisses.

Capacité	Dimensions L x l x h (cm)	Prix (fourniture), hors transport, pose et matériaux connexes
500 L	170 x 77 x 73	720 € HT
1000 L	170 x 77 x 125	1300 € HT

Tableau 2 : Dimensions et coûts des bacs à graisses.

b - Le système décanteur + digesteur

(Refuge Deffeyes- Aoste)

L'ensemble décanteur + digesteur consiste à réaliser sur site une station d'épuration classique (Guercilena 1994).

Après une étape de broyage, les eaux usées sont amenées dans un décanteur qui permet de rejeter une eau claire en surface et d'extraire les boues en fond.

Les boues sont envoyées vers un digesteur chauffé (panneaux solaires) où elles sont recirculées en permanence. Pendant la fermeture, il n'y a pas de recirculation mais maintien du chauffage des boues.

Lors de la réouverture (mi-juin) il est procédé à une filtration des boues sur des sacs en intissé.

Après séchage ces boues peuvent être épandues ou redescendues en vallée.

L'installation nécessite :

- de l'énergie pour les pompes et le broyeur. L'énergie est fournie par une micro centrale (10 kW) ;
- et un suivi minutieux de son fonctionnement par un gardien compétent et motivé.

Le coût a été de 516 millions de Lires en 1992 (266 000 €) dont plus de la moitié pour la partie génie civil, hors micro centrale.

Le suivi apporte des renseignements précieux sur la variabilité de la charge hydraulique. Le débit moyen **horaire** était de 94 L/h, les bornes se situant à 15 et 217 L/h. Le rendement, sur les MES, du décanteur variant ainsi de 99,7% à 34 % (moyenne 88 %)

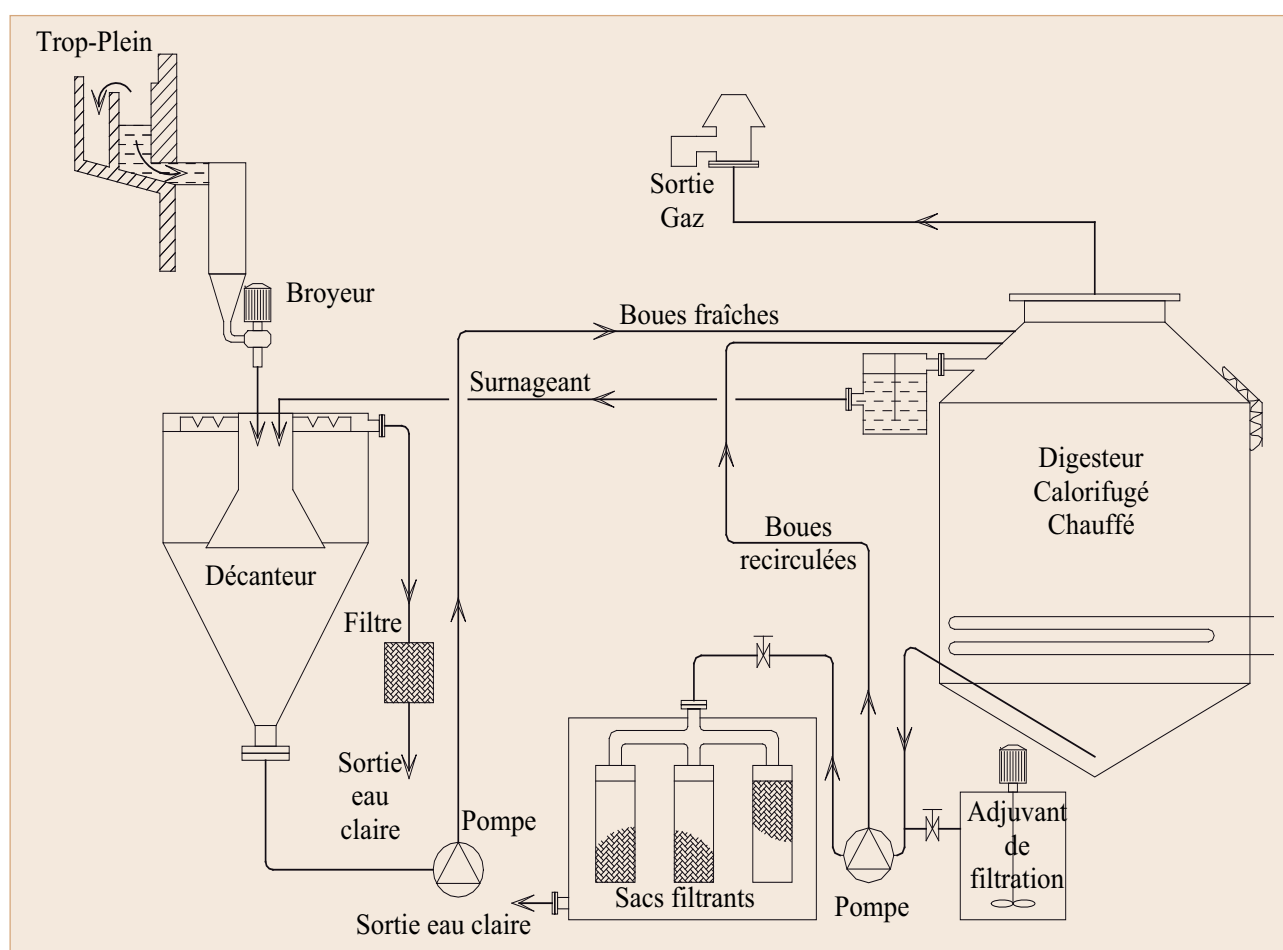


Figure 9 a : Schéma de la «station d'épuration» du refuge Deffeyes (Aoste), thèse F. Guercilena.



Figure 9 b : Photos de la «station d'épuration» du refuge Deffeyes (Aoste).

c - La fosse Imhoff

La fosse Imhoff est un système combiné qui permet d'effectuer une sédimentation (processus physique) et une digestion anaérobie (processus biologique). La fosse comporte deux compartiments superposés en communication hydraulique. Le compartiment supérieur permet la séparation par décantation et évacue un liquide clarifié. Les boues subissent une digestion anaérobie dans le compartiment inférieur. La forme du fond du décanteur permet le passage des boues vers le bas mais évite la remontée des bulles de gaz qui pourraient perturber la décantation.

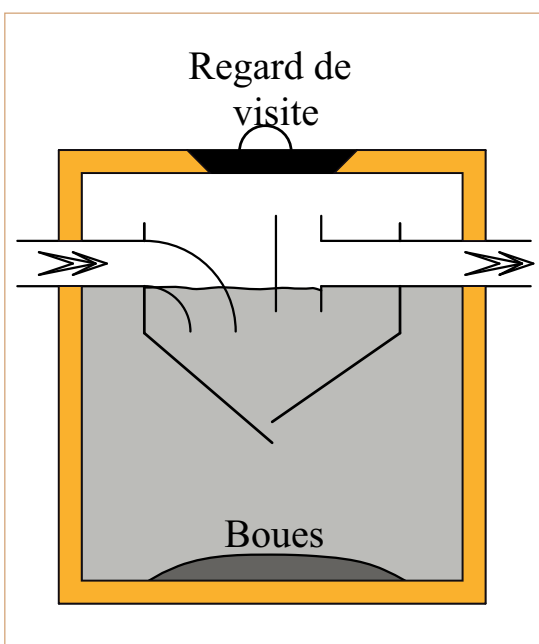


Figure 10 : Schéma de principe d'une fosse Imhoff.



Figure 11 : Fosse Imhoff du refuge Quintino Sella al Félik (Aoste).

Le volume de sédimentation est de l'ordre de 30 % du volume total mais varie selon les modèles et les constructeurs.

A titre indicatif, une fosse Imhoff comme celle du refuge Bertone – Vallée d'Aoste, de 3000 litres, en polyéthylène (dimensions : diamètre 160 cm, hauteur 185 cm, poids 106 kg) avec un volume de décanteur de 800 litres, coûte actuellement aux environs de 1400 euros HT.

d - Les fosses septiques et toutes eaux

La **fosse septique** collecte uniquement les eaux vannes. La **fosse toutes eaux** recueille les eaux usées vannes et ménagères (après passage des eaux de cuisine dans le bac à graisses). Ce type de fosse est destiné d'une part à retenir les matières décantables et flottantes et d'autre part à transformer, par digestion anaérobie, les boues qui s'accumulent au fond.

Le temps de séjour moyen des liquides est de 3 à 5 jours et celui des boues de 2 à 3 ans. De ce fait, le dimensionnement est fonction des débits d'eau utilisés.

A titre d'exemple, un refuge de 40 places positionné sur un circuit, nécessite une fosse de : 40 places x 3 à 5 jours x 40 l/place (nuitée) = 4 800 à 8 000 litres.

Cette valeur suppose, contrairement à la réalité quotidienne, un remplissage du refuge maximum et permanent. Il n'y a donc pas lieu de majorer le volume de la fosse.

Rappelons qu'en vallée, une fosse est réglementairement dimensionnée à partir d'une consommation d'eau de 150 l/j/usager ou 120 m³/an pour 4 personnes. Cela conduit respectivement à des volumes de fosse de 3 m³ et 2 m³.

La fosse septique, réalisée en polyéthylène double peau, est constituée :

- d'un premier compartiment qui reçoit et retient les eaux vannes,
- d'une cloison siphonoïde qui bloque les matières flottantes et ralentit les écoulements,
- d'un deuxième compartiment d'évacuation des liquides éclaircis vers le système d'épuration,
- d'un ou 2 regards de visite et de nettoyage,
- et d'une évacuation des gaz, placée en sortie de fosse, et conduite jusqu'au faîtage du refuge.

Il est préférable que la fosse soit réalisée en un seul élément. Dans le cas où les contraintes physiques imposeraient de mettre deux fosses, celles-ci doivent **IMPÉRATIVEMENT être placées en parallèle**. En aucun cas la mise en série qui conduit à un sous-dimensionnement de l'installation n'est acceptable.

Le fonctionnement est particulièrement influencé par la température dans les fosses. Celle-ci est largement inférieure à 20°C comme l'atteste des mesures estivales réalisées dans des refuges des Alpes du Nord par Berger et al, 1999.

Un enregistrement en continu dans la fosse toutes eaux du refuge du Col du Palet – Vanoise (2 600 m) illustre les faibles valeurs des températures moyennes hebdomadaires. La courbe journalière des températures montre l'influence de chaque apport d'eaux chaudes de cuisine.

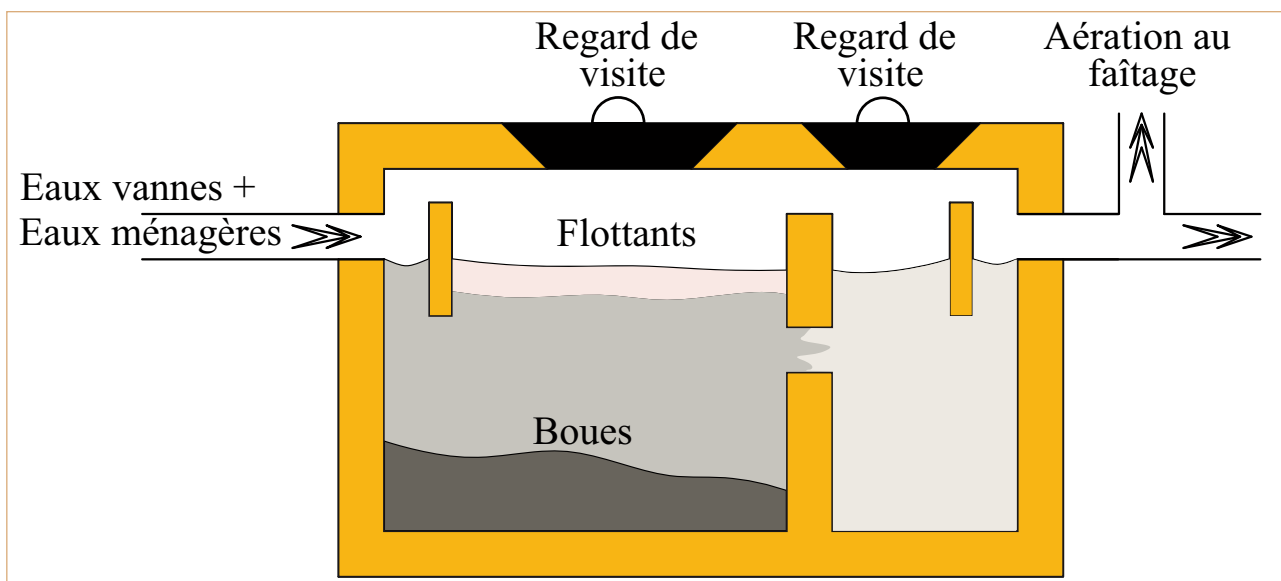


Figure 12 : Schéma de principe d'une fosse toutes eaux.



Figure 13 : Fosse toutes eaux double peau du refuge de l'Arpont (16 m³) – Vanoise (photos PNV).

Il faut donc considérer qu'une fosse de refuge a davantage une action de décantation d'où la **forte production de boues**, faiblement réduite par le manque de dynamisme bactérien, eu égard aux températures trop basses. Il est donc nécessaire de procéder périodiquement à une vidange des fosses tous les 2 à 3 ans. En vallée, cette vidange est réalisée tous les 4 ans compte tenu de l'activité biologique plus efficace.

La fosse doit être placée près du refuge pour faciliter l'évacuation des gaz. Dans tous les cas, et notamment le cas où la fosse est disposée en contrebas du refuge, il est nécessaire de prévoir un conduit pour ramener les gaz au faîtage du refuge (Chaligne – Val d'Aoste, Arpont – Vanoise, Fond des Fours - Vanoise). La présence d'un extracteur statique ou dynamique est souhaitable. Il peut s'agir d'une mitre pivotante (tourne-vent) ou d'un aspirateur venturi.

Refuge	Capacité	Poids	Dimensions (cm)	Prix (Fourniture + pose) Hors transport et matériaux connexes
Fond des Fours Vanoise (2005)	9000 L	560 kg	370 x 203 x 290	12000 € HT
Arpont Vanoise (2005)	16000 L	955 kg	640 x 203 x 290	21000 € HT

Tableau 3 : Dimensions de fosses toutes eaux.

Refuge	Altitude	Lieu de mesure	Température °C	
			Juillet 99	Août 99
Les Conscrits – Mont Blanc	2 600 m	Sortie de la fosse	-	14°
La Pilatte – Ecrins	2 570 m	Dans la fosse	-	6°
La Femma – Vanoise	2 350 m	Dans la fosse	13°	15°
Col de la Vanoise	2 515 m	Dans la fosse	16°	17°
Péclet – Polset – Vanoise	2 470 m	Dans la fosse	-	14°
Rosuel - Vanoise	1 560 m	Dans la fosse	15°	16°

Tableau 4: Températures de fosses toutes eaux.

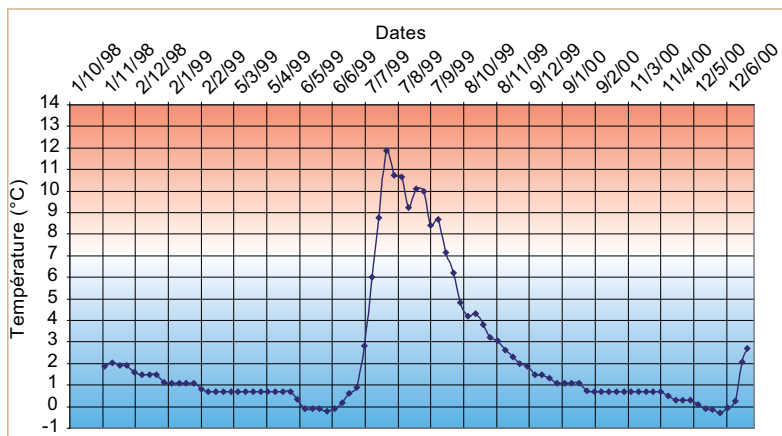


Figure 14 : Température moyenne hebdomadaire de la fosse toutes eaux du col du Palet (1 mesure / heure).

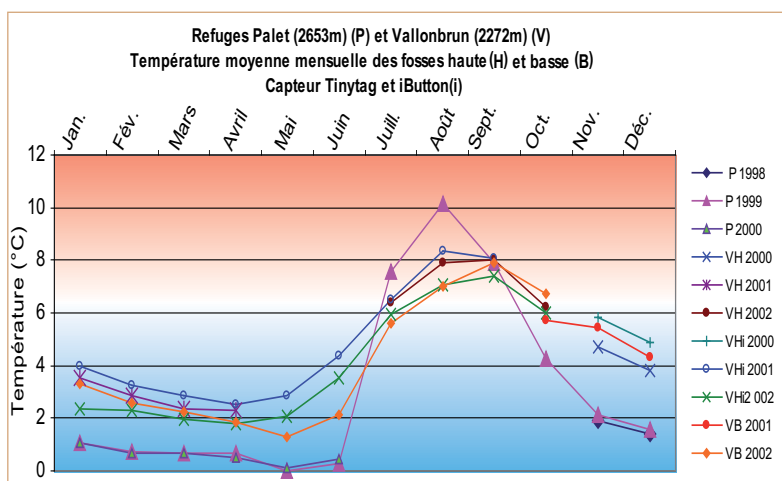


Figure 15 : Températures des fosses du col du Palet et de Vallonbrun.

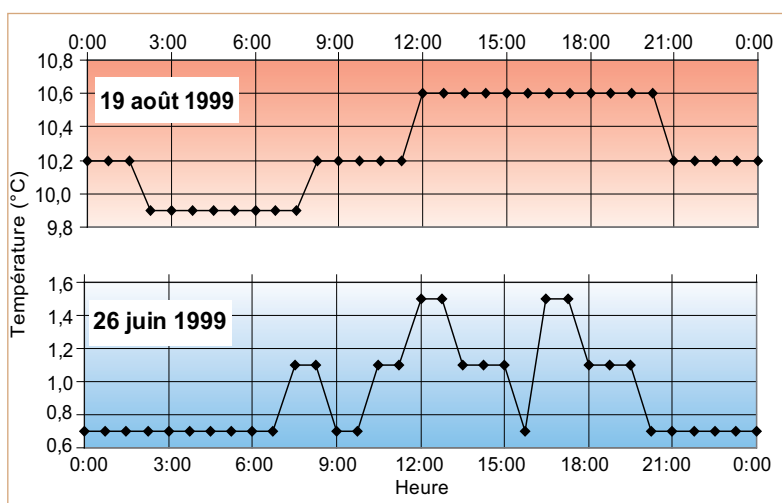


Figure 16 a et b : Variation journalière de la température de fosse (Col du Palet).



Figure 17 : Ventilation haute en toiture refuge de l'Arpont – Vanoise (photo PNV).

e - L'indicateur de colmatage

A la fosse, doit être ajouté ou intégré un indicateur de colmatage (ou pré-filtre de protection) positionné en sortie de fosse. Il a pour objet d'éviter le colmatage des dispositifs de traitement à l'aval de la fosse, en se colmatant lui-même si l'effluent devient trop épais lors d'un dysfonctionnement de la fosse. Il ne joue aucun rôle épuratoire. Son volume varie entre 200 à 1 000 litres. Il est rempli d'un matériau à granulométrie adaptée (pouzzolanes, graviers...). On utilisera des paniers extractibles. La pouzzolane peut être avantageusement remplacée tant au niveau manipulation que nettoyage par des billes texturées en polyéthylène emballées dans un sac (Refuge de l'Arpont – Vanoise). Son entretien annuel consiste à retirer le remplissage et à le laver à l'extérieur avant réutilisation. Les lixiviats sont considérés comme des matières de vidange.

A titre d'exemple, un dispositif indépendant de 500 litres a un encombrement de L 135 cm x l 77 cm x h 84 cm, un poids à vide 27 kg et un prix 600 € HT.

L'indicateur de colmatage peut aussi, comme au refuge de l'Arpont – Vanoise, être intégré en sortie de fosse. Son volume utile est d'environ 125 litres et son poids de 10 kg à vide (tube matière plastique diamètre 400 mm rempli par un sac de 60 litres de matériau filtrant). Son prix d'ensemble s'établit à 300 € HT.

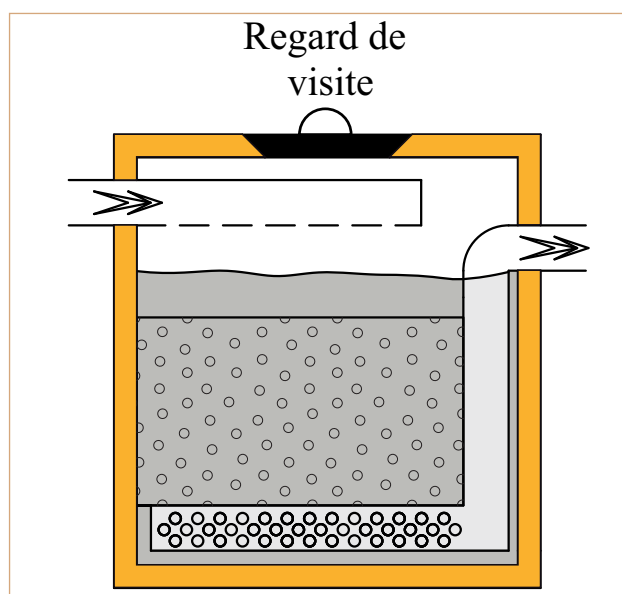


Figure 18 : Schéma de principe d'un indicateur de colmatage indépendant.

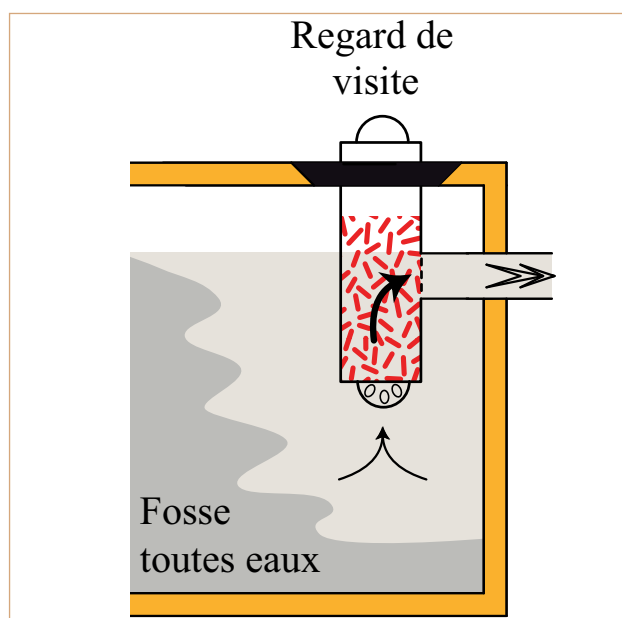


Figure 19 : Schéma de principe d'un indicateur de colmatage intégré.

Figure 20 : Indicateur de colmatage intégré du refuge de l'Arpont-Vanoise (photo PNV).



f - Les boues

Les boues seront extraites de la fosse :

- par gravité si un dispositif de fond est prévu,
- par pompage à l'aide d'une pompe dilacératrice car des matériaux variés sont malheureusement rejetés dans le réseau d'eaux vannes, accidentellement (téléphone portable, lunettes...) ou volontairement (serviette hygiénique, boîte de conserves, bouteilles de gaz...).

Ces boues seront :

● soit éliminées en vallée :

L'évacuation sera réalisée par camion par une entreprise spécialisée vers une station d'épuration de collectivités où elles seront stockées puis injectées en tête de filière de traitement des eaux usées. La vidange de la fosse du refuge de Rosuel – Vanoise (9 m³) s'élève à 1 100€ (2006). Cette disposition d'évacuation n'est pas recommandée pour son coût excessif si l'hélicoptère est nécessaire.

En effet ce dernier doit acheminer :

- le matériel de pompage (pompe, trépied avec palan, matériel de lavage haute-pressure, tuyaux...) (2 rotations aller/retour)
- le personnel (2 rotations),
- 5 à 15 m³ de boues suivant les refuges, avec 0,5 m³ par rotation sur la base d'une charge maximum hélicoptable de 500kg (10 à 30 rotations),

A cela s'ajoute :

- le stockage des bacs de boues sur camion,
- leur transport, le dépotage et le traitement à la station d'épuration où un bon de traitement sera fourni.

Le coût de l'hélicoptère pour une telle opération de vidange s'établit autour de 12 000 € HT pour 12 m³ extraits (les Conscrits-Mont Blanc (2007)). A cela s'ajoutent les coûts de traitements en station d'épuration.

L'énergie disponible sur le site sera approvisionnée par le groupe électrogène à disposition au refuge.

● soit éliminées sur site :

La technique utilisée sera **l'épandage par aspersion** sur une surface enherbée, de pente faible, non saturée d'eau, par beau temps en fin

de saison estivale et en dehors d'un cheminement pédestre.

Cette technique n'est pas autorisée en Vallée d'Aoste.

La vidange de la fosse nécessite l'utilisation d'une pompe dilacératrice, d'un trépied avec palan, de tuyaux de longueur suffisante (jusqu'à 500 m) et d'un matériel de lavage haute-pressure, le tout alimenté en énergie par un groupe électrogène.

En site inaccessible aux véhicules tout terrain, le matériel et le personnel pourront être convoyés par hélicoptère (2 rotations). Le coût d'une telle vidange s'élève environ à environ 2000 € HT (La Femma – Vanoise).

Le terrain d'épandage enherbé peut être distant du refuge (Col de la Vanoise) et plus ou moins caillouteux (Albert 1^{er} – Mont Blanc). Lors de l'épandage, le terrain sera balisé pour en interdire l'accès aux randonneurs.

Cette élimination des boues par épandage fait l'objet d'une dérogation préfectorale accordée lors de l'instruction du permis de construire.

Cette solution efficace se heurte toutefois, chez certains gardiens, aux contraintes de salubrité et psychologiques liées à la manipulation d'excréments.

● soit consolidées sur site avant évacuation :

Une technique canadienne utilise l'action du gel et du dégel pour réduire le volume des boues et les consolider.

L'opération consiste à récupérer chaque année 30 à 50 % des boues, les placer sur des filtres à sables et laisser agir gel et dégel. Les boues consolidées pelletables sont récupérées et évacuées vers une usine d'incinération en fin de saison.

Ce dispositif n'est pas réalisé en Vallée d'Aoste – Mont Blanc et Pays de Savoie.

5.1.2 Les dispositifs de traitement

Ils participent au réel traitement biologique des eaux usées prétraitées. Sont considérés comme dispositifs de traitement l'épandage souterrain et les lits bactériens.

En France, la principale technique employée est celle de l'épuration par épandage souterrain dans un sol naturel ou dans le milieu géologique.

Les terrains recherchés doivent être suffisamment perméables ($10^{-3} \text{ m/s} < K < 10^{-5} \text{ m/s}$) (Le DTU préconise les valeurs suivantes : $30 \text{ mm/h} < K < 50 \text{ mm/h}$ selon le test de Porchet). Les éboulis fins à moyens, les alluvions sablo-graveleuses des cônes

de déjection, la moraine d'ablation, les grès et dolomies altérés, les altérites de gneiss et de granite...peuvent convenir. Ces terrains doivent être non saturés d'eau sur une épaisseur d'au moins 2 m et présenter une surface suffisante pour installer une ou plusieurs tranchées pluri-métriques à décamétriques.

Il convient de s'affranchir dans toute la mesure du possible de la technique d'épandage en sol reconstitué compte-tenu des coûts d'installation (excavation, transport du matériau sablo-graveleux, mise en place, reconquête paysagère...).

Le système d'épandage souterrain peut, selon la perméabilité du sous-sol, présenter diverses versions fondées sur le même principe de percolation à travers le milieu.

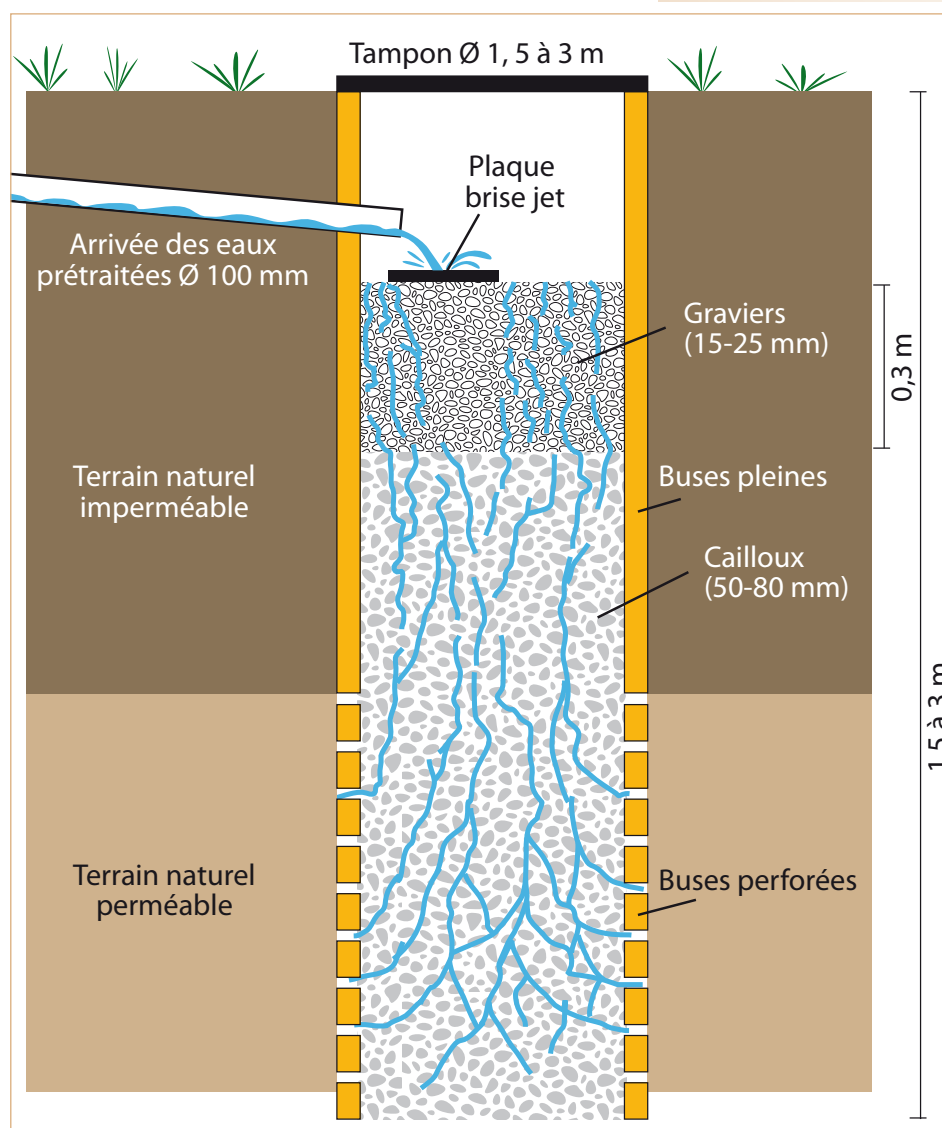


Figure 21 : Schéma de principe d'un puits vertical d'infiltration (d'après Soltherm).

On distingue :

- le puits vertical
- la ou les tranchées d'infiltration
- le lit bactérien percolateur
- le lit bactérien noyé sur support plastique

● le puits vertical

Profond de 2 à 3 m lorsque la perméabilité des matériaux est plutôt élevée ($K = 10^{-3} \text{ m/s}$). L'effluent clair prétraité est injecté par le haut. Le diamètre de l'ouvrage est de l'ordre de 100 cm. Il est rempli de matériaux graveleux (40/80 mm) vers le bas et plus fins vers le haut (10/20 mm).

● la ou les tranchées d'infiltration

Large de 0.50 m, profonde de 0.60 à 0.80 m et longue de 5 à 30 m en fonction de la perméabilité plus ou moins faible du terrain naturel et de la quantité d'effluents à traiter, elle est placée subhorizontalement, **la pente n'excédant pas 2 cm/m**. La distribution de l'effluent clair prétraité se fait par le dessus à l'aide d'une canalisation de diamètre 100 mm largement perforée. Celle-ci repose sur des graviers 10/40 mm

ou sur des matériaux équivalents récupérés sur site. Elle est à peine enfoncée dans les graviers, recouverte d'un géotextile et de 10 cm de terre végétale. Des regards de visite et d'entretien sont disposés aux extrémités de la tranchée.

En Vallée d'Aoste l'épuration par épandage souterrain n'est pas admise comme technique de traitement. Elle ne prend place qu'à la suite d'un dispositif de type lit bactérien.

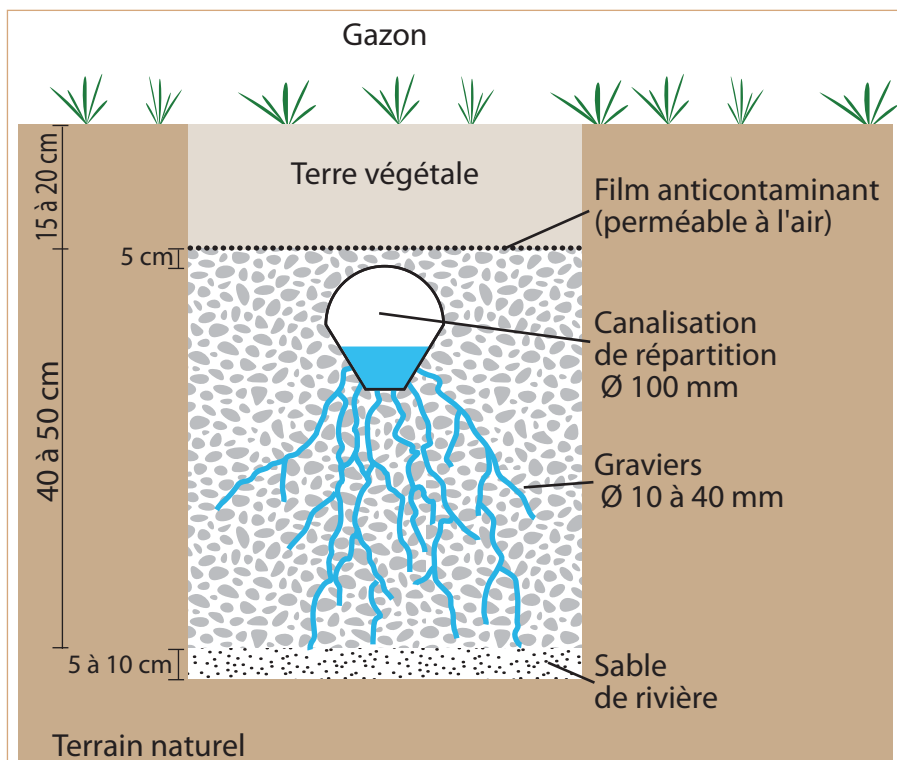


Figure 22: Schéma de principe d'une tranchée d'infiltration vue en coupe transversale (d'après Soltherm).

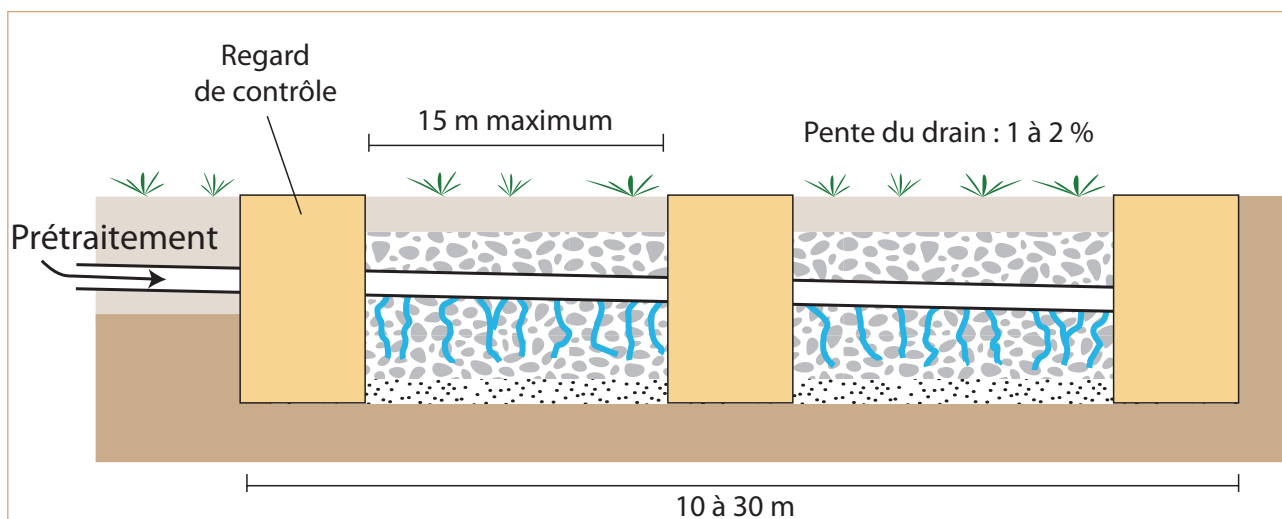


Figure 23: Schéma de principe d'une tranchée d'infiltration vue en coupe longitudinale (d'après PNV).

● le lit bactérien percolateur

Le système installé en octobre 2007 (Chalet Sonnerat, plateau des Glières – 1450 m) consiste à faire transiter l'effluent prétraité au travers d'un lit de tourbe ou de fibres coco. Les eaux sont ensuite soit infiltrées sous le dispositif soit récupérées et évacuées vers l'extérieur. Le système constitué d'une coque externe préfabriquée légère (125 kg) est compact (h 130 cm x l 240 cm x L 420 cm). Sa mise en place nécessite un simple décaissement du sol. Le garnissage est conditionné en balles faciles à manipuler. L'effluent est distribué par auget basculant. L'entretien consiste en un nettoyage annuel de la distribution de liquide



Figure 24: Lit bactérien du chalet des Glières – Haute Savoie (Photo CG 74).

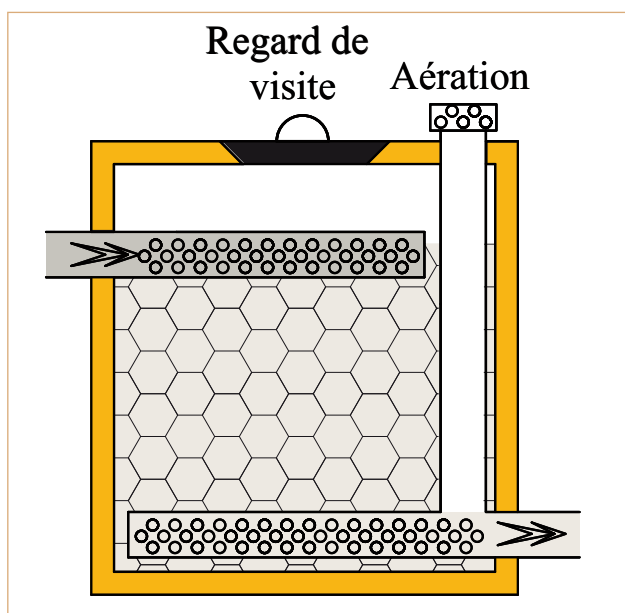


Figure 25 : Schéma de principe d'un lit bactérien arrosé (aérobie).

et un décompactage des premiers centimètres de matériau. Après environ 10 ans d'utilisation, le matériau usagé peut être composté et épandu sur site ou incinéré.

Des systèmes du même type utilisent classiquement de la pouzzolane. Ainsi, celui du refuge de l'Arpont – Vanoise contient 54 sacs de 60 litres de pouzzolane pour un poids total de 2700 kg. Ses dimensions sont de L 270 cm x l 119 cm x h 165 cm pour un volume de matériaux filtrants de 3500 litres. Sa masse à vide est de 130 kg. Son prix catalogue était de 8 000 € HT en 2005. Le remplacement de la pouzzolane par un garnissage plastique réduit ce poids au environ de 200 kg.

Dans tous les cas, une ventilation en sortie est indispensable (lit aérobie).



Figure 26: Photo de filtre bactérien percolateur sur pouzzolane – Refuge de l'Arpont – Vanoise (photo PNV).

● le lit bactérien noyé sur support plastique (Bertone - Aoste)

De la même façon, il est possible d'utiliser un lit bactérien anaérobie. Ce type d'appareil est installé au refuge Bertone- Aoste.

Le modèle utilisé au refuge est dimensionné pour 35 équivalents habitants. (diamètre 147 cm ; hauteur 200 cm ; poids 155 kg) . Le coût actuel se situe autour de 6500 euros HT.

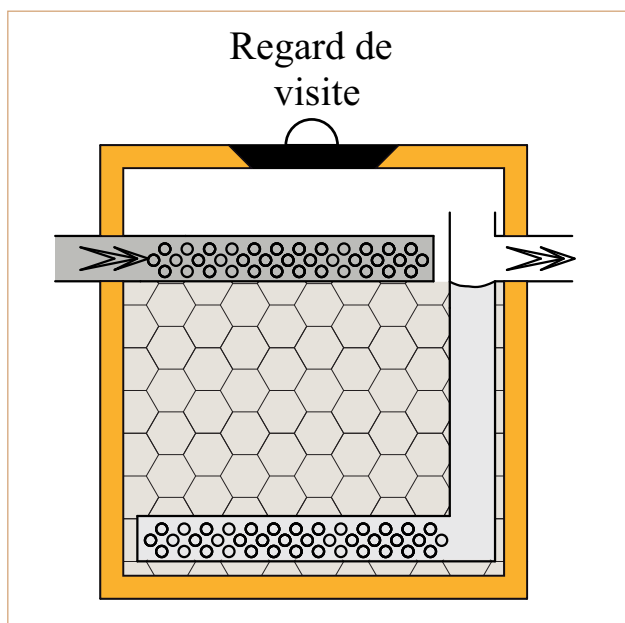


Figure 27 : Schéma de principe d'un lit bactérien noyé (anaérobie).



Figure 28 : Garnissage plastique neuf du lit bactérien du refuge Bertone - Aoste.

5.2 Les techniques d'assainissement sans eau

Elles sont recommandées lorsque les ressources en eau sont insuffisantes (haute montagne, zone karstique, début du printemps) ou lorsque les contraintes du milieu récepteur l'imposent (topographie, contraintes sanitaires, écologiques...). Ces procédés ne traitent que les déjections fécales, les eaux ménagères rejoignant le milieu naturel sans traitement.

5.2.1 La fosse étanche

Elle récupère les fèces et les urines. Il s'agit d'un bac étanche en béton ou en plastique, muni d'un regard de visite, d'une ventilation mécanique remontée jusqu'au faîtage du refuge, et d'une vidange de fond.

La vidange est effectuée par pompage ou par gravité à partir de la vanne de fond. Il sera alors nécessaire de liquéfier les effluents par brassage et/ou adjonction d'eau.

L'évacuation se fait par containers vers une station d'épuration, à l'aide d'un engin tout terrain ou d'un hélicoptère. Le refuge de Platé – Sixt, situé en site karstique sensible, comporte cet équipement.

Une fosse étanche de 2 m³ autorise environ 6 000 utilisations.

Les difficultés rencontrées pour ce dispositif relèvent de :

- la manipulation des effluents lors des vidanges,
- l'entretien de la cuvette. Le passage du gardien, plusieurs fois par jour, favorise le bon état visuel et sanitaire de la cuvette ;
- et le dégagement de mauvaises odeurs par temps chaud. Une ventilation forcée, maintenant la fosse en dépression, est souhaitable. Un ventilateur de quelques Watts alimenté en 12 Volts est suffisant.

Le stockage en bacs héliportables est assimilable à une fosse étanche (Refuge Gnifetti – Aoste).

5.2.2 Les toilettes sèches à sciure

Elles sont abritées dans une cabine en bois et comprennent :

- un siège bois encadré par deux réservoirs à sciure,
- un bac-tiroir plastique de 40 à 80 litres, à ouverture vers l'extérieur et placé sous le siège. Il reçoit fécès, urine et papier,
- et une ventilation jusqu'en toiture.

Installées sur le plateau des Glières-Bornes par la Société d'Économie Alpestre de Haute-Savoie, elles ont coûté environ 4 000 € HT pour un siège.

Une consommation excessive de papier trop long à se dégrader, un entretien nécessaire de la cuvette plusieurs fois par jour et une capacité faible pour 150 à 200 passages limitent l'usage de ce dispositif aux seuls chalets d'alpage et résidences d'altitude peu fréquentées. Par contre, la sciure absorbe les odeurs et le bac peut être facilement évacué vers un traitement adapté.

5.2.3 Les toilettes à recirculation

Dénommées aussi toilettes chimiques, elles assurent la double fonction de toilettes et de stockage.

Il s'agit de WC à l'anglaise ou à la turque placés sur une cuve étanche d'environ 500 litres. Une précharge de 50 litres d'eau, d'antigel et de 250 ml d'un additif chimique de traitement bactéricide est capable de supporter 1 000 utilisations. Cela représente un volume final d'environ 250 litres. Une pompe-filtre à pied va permettre de recycler les eaux et les effluents désinfectés et stabilisés. L'absence de fermentation et de dégradation des matières fécales limite le dégagement d'odeurs. Une ventilation du local est néanmoins souhaitable. Arrivée à saturation, la cuve doit être évacuée vers une station d'épuration adaptée.

L'usage de produits chimiques reste un premier obstacle au développement de ce dispositif. Des efforts sont bien réalisés pour diminuer la toxicité des additifs et leur dosage. Certains produits ont le label écologique « Blaue Engel ». La fiche de données sécu-

rité de l'additif (DG21) indique qu'il peut être rejeté à l'égout, à la concentration de 1/1000.

Bien qu'équipant les avions et les trains, elles sont mal acceptées en milieu naturel isolé.

Le bon dimensionnement de la cuve, sur un site donné et la fréquence de renouvellement du produit chimique doivent être optimisés pour éviter les mauvaises odeurs et les débordements.

Bien géré, ce dispositif est particulièrement performant et bien adapté compte tenu de son coût peu élevé et de sa facilité d'installation. Il est une solution pour des sites non-gardés mais accessibles par des voies carrossables (parkings...). A défaut d'accessibilité routière, l'hélicoptage est la seule solution.

La cabine de base a pour dimensions : H 2,4 m x l 1 m x P 1,04 m, masse à vide 140 kg. Le prix se situe dans une fourchette 800 à 1500 € HT.



Figure 29 : Schéma de principe et photos d'un WC à recirculation (Sanitec).

5.2.4 Les toilettes à séparation

Classiquement dénommés «toilettes sèches», ces dispositifs ont pour principe de séparer les matières liquides (urines) des matières solides (féces, papier) pour les «traiter» séparément. Les urines sont soit évacuées vers le milieu naturel, soit stockées ou soit évaporées à l'intérieur du dispositif par un système de chauffage électrique. Les féces sont stockés à l'intérieur du local où ils «sèchent» au contact de l'air.

Plusieurs fabricants exploitent et proposent des dispositifs très proches, installés dans un bâtiment à 2 niveaux :

- dans un niveau supérieur (local cabine), se trouve la cuvette à l'anglaise éclairée par le bas,
- dans le niveau inférieur (local technique), deux concepts prennent place :

- pour l'un (**Satna**), les déjections et le papier tombent dans une fosse étanche sur un plan incliné en grillage de fibres de verre et géotextile qui laisse passer les urines alors que les matières solides glissent vers le bas du plan incliné. Les urines sont ensuite évaporées par un système de chauffage électrique (environ 2000 Watts) et les vapeurs expulsées au moyen d'une petite turbine. Les matières solides sont également séchées puis évacuées de la cuve par vidange manuelle et annuelle.

Un automatisme programmé permet d'évaporer les urines à des heures choisies. Un dispositif de traitement par pulvérisation neutralise les odeurs. La turbine aspire en permanence l'air du local supérieur vers la fosse en passant par le bloc siège et le refoule à l'extérieur, au faîtage du bâtiment. Le bon fonctionnement suppose un local tempéré (problèmes de non-séparation des urines en cas de gel) et d'une énergie permanente suffisante.

- pour l'autre (**Ecosphère Technologies**), les matières solides et liquides tombent sur un tapis roulant incliné étanche placé à la verticale du bloc siège. Les urines s'écoulent vers le bas tandis que les matières solides sont entraînées par le tapis. La mise en mouvement du tapis est assurée par l'utilisateur, via une pédale à transmission mécanique. Les urines sont collectées en arrière du tapis roulant pour stoc-

kage en bidon et une évacuation en vallée ou pour être évaporées sur place ou directement infiltrées dans un milieu naturel proche.

Les féces et papiers sont détachés du haut du tapis roulant par une raclette en inox pour être mis en sacs, répartis en quartiers dans un manège. Le déplacement des sacs est synchronisé par le défilement du tapis roulant. Un ventilateur électrique contribue au séchage des déchets solides. Les sacs sont ensuite annuellement ou tous les 2 ans évacués en vallée voire brûlés sur place. Là encore, une turbine aspire l'air du local supérieur par la cuvette vers le local inférieur puis vers l'extérieur du bâtiment, au niveau du faîtage (7 Watts par toilette).

L'étanchéité de la cuve, pour le procédé Satna ou du local inférieur technique pour le procédé Ecosphère Technologies doit être rigoureuse.

Ces deux procédés, très satisfaisants pour les sites visités, nécessitent :

- un volume conséquent (H 4,5 m x l 3 m x L 4.5 m) organisé sur 2 niveaux, pour 1 ou 2 blocs sièges. A titre d'exemple l'emprise du local technique de l'installation de 4 WC secs au refuge de Tête Rousse- Mont Blanc, est de 26 m², pour un volume de 62 m³.
- de l'énergie en permanence pour d'abord évacuer les odeurs vers l'extérieur en mettant en dépression le niveau supérieur; puis pour évaporer les urines (SATNA) et sécher plus ou moins efficacement les féces.
- et des règles de construction très précises sans vice de forme (maçonnerie, diamètres des tuyaux de ventilation, étanchéité à l'air du local technique, piège à mouches,...).

Au-delà de ces contraintes de mise en place, le fonctionnement de ces procédés rencontre quelques complications liées à :

- la manutention des matières fécales lors des opérations d'entretien et de vidange. Ces déchets doivent être conduits jusqu'à une usine d'incinération en vallée (et donc être manipulés plusieurs fois par le gardien). Une alternative «lombricompos-

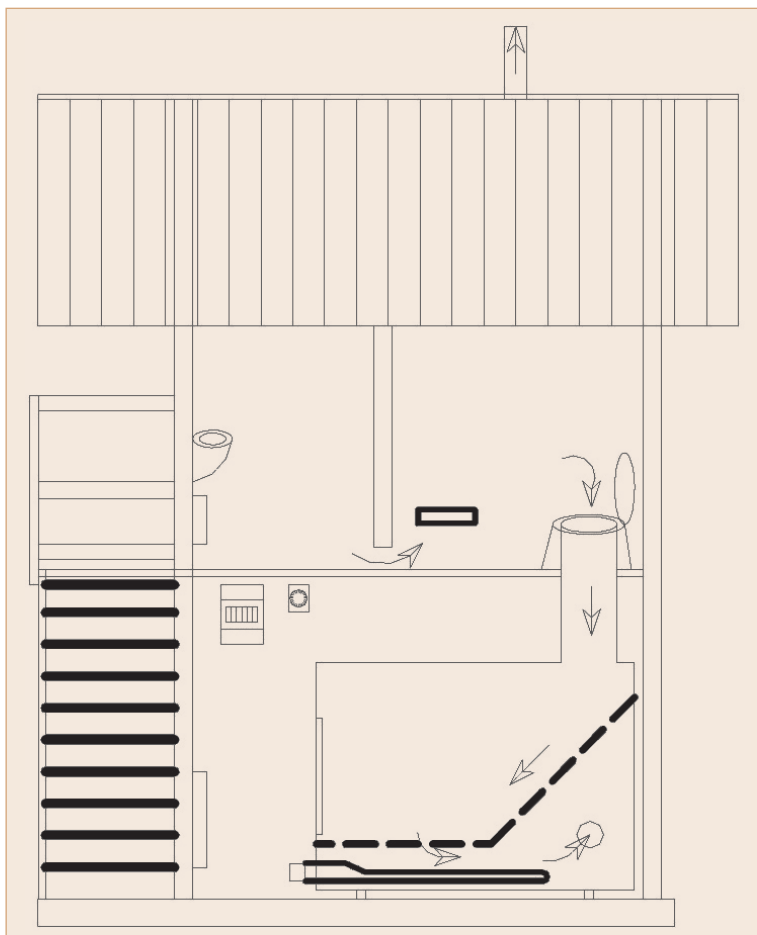


Figure 30 : Principe des toilettes Satna (document Satna).

tage sur site» est proposée par Écosphère Technologies. Elle nécessite un aménagement adapté complémentaire,

- la surconsommation de papier toilette qui freine la décomposition des matières dans la fosse ou les sacs,
- la nécessité d'un entretien minimum du local toilettes. De ce fait, l'installation de ces procédés, à l'écart de tout refuge, demande une logistique adaptée (problème des parkings..),
- et à la fiabilité des dispositifs électriques (problèmes dus à la foudre...) et mécaniques (pédale d'entraînement du tapis roulant et du manège...). Le gardien doit «posséder» la technologie et les pièces sensibles en réserve.

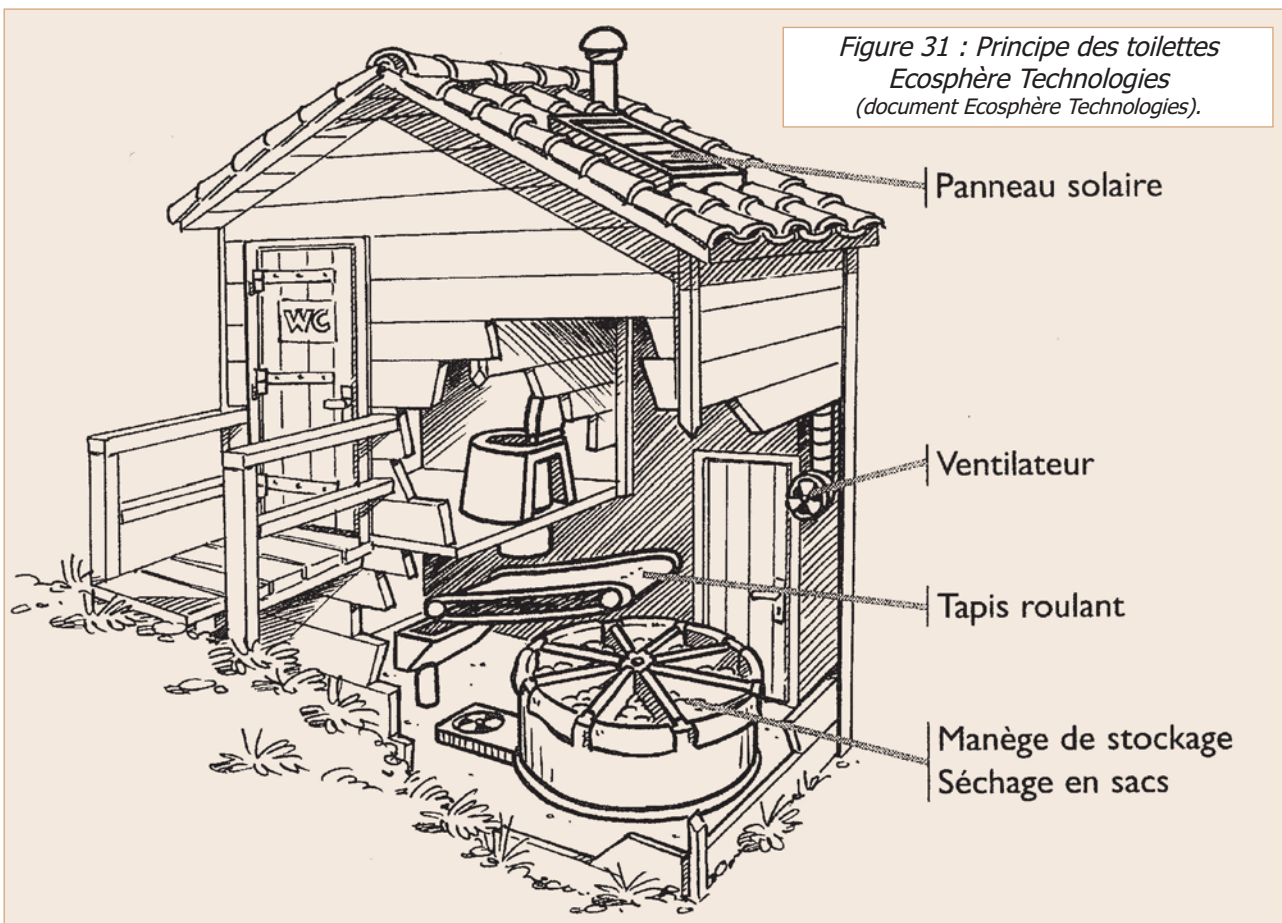


Figure 31 : Principe des toilettes Ecosphère Technologies (document Ecosphère Technologies).



Figure 32 : Toilettes Satna – Courchevel (photo N. Vanucci).



Figure 33 : Toilettes Ecosphère Technologies, Refuge du Fond des Fours – Vanoise (photo PNV).

Enfin, si les procédés ont fait leurs preuves sur le terrain, reste leurs coûts particulièrement élevés. A titre indicatif, la fourniture et pose par Ecosphère Technologies d'une toilette sèche à lombricompostage et du système photovoltaïque associé, au refuge de Leschaux a coûté 9 600 € HT (2003), hors génie civil et hélicoptage. Le projet du refuge de l'Envers des Aiguilles – Mont Blanc prévoit l'installation de 4 toilettes sèches avec mise en sacs automatique pour un prix de 62 000 € HT, hors génie civil, drain d'épandage des urines, ventilation au faîtage, branchements électriques et hélicoptage. L'ensemble deux cabines SATNA est facturé 18 607 € HT hors installation.

5.3 Détails techniques

5.3.1 Les tuyauteries

Si les tuyauteries en PVC peuvent être utilisées pour les eaux usées, leur fragilité au froid et au vieillissement leur fait préférer le PEHD. L'utilisation de raccords électrosoudés assure une excellente continuité et permet d'éviter les déconnexions intempestives dues à des mouvements de sol. De même le tube PEHD permet l'utilisation de regards circulaires monoblocs dotés d'une cunette de passage direct, prémoulée dans le fond. Ces choix permettent d'éviter la présence de points d'accrochage créateurs de bouchons et d'engorgements.



Figure 34 : Raccord électrosoudé sur tube PEHD – refuge de l'Arpont (Photo PNV).

5.3.2 Les cuvettes de WC

Pour diverses raisons :

- visuelles (dispersion des fèces),
- limitation des chutes d'objet (clés, téléphones portables) susceptibles d'obstruer les canalisations
- confort des usagers (position assise plutôt qu'accroupie),

les WC à l'anglaise tendent à remplacer les WC à la turque malgré le souci d'hygiène relevé par certains utilisateurs qui conduit à une surconsommation de papier pour le nettoyage de l'abattant.

Cette évolution ne modifie en rien l'importance d'un nettoyage régulier.

5.3.3 Les urinoirs

Leur présence est souhaitée pour les refuges à forte fréquentation et en présence d'eau. Ils doivent être placés vers le fond du local toilettes orientés dos à l'entrée.

En installation sans eau (toilettes sèches), des urinoirs sans eau permettent d'éviter l'augmentation de la charge liquide dans les fèces. (Prix unitaire 2300 € HT fourniture et pose, hors déplacement et génie civil au refuge d'Argentière). Le tarif catalogue de la fourniture seule s'élève à 282 € HT + 24 € pour le siphon (à remplacer tous les 4 mois environ).

5.3.4 Les aérations

Il est indispensable de rappeler l'importance de la ventilation des fosses.

De même, les dispositifs comme les toilettes sèches sont tributaires de la circulation d'air.

Ce ne sont donc pas des points secondaires car ils sont déterminants en terme de confort et d'absence de nuisances.





Refuge Jean Collet, 1960 m, Massif de Belledonne - Isère (France).

6

**Les contraintes
financières
de l'assainissement
autonome
en site isolé d'altitude**

L'assainissement en site isolé d'altitude, rendu obligatoire par la loi, a un prix souvent démesuré par rapport à l'assainissement autonome en vallée.

L'estimation des coûts s'avère très difficile, chaque site isolé étant un cas unique, avec ses contraintes propres. Il en découle que les coûts, pour un même dispositif, peuvent varier considérablement d'un site à l'autre. Néanmoins, pour chaque site, les coûts comprennent une part importante d'investissement et une autre part de fonctionnement. Les deux doivent être appréciées avant le lancement des aménagements.

6.1 Le coût de l'investissement

Il s'articule autour des prix des études préalables, des matériaux et dispositifs techniques et de l'installation.

6.1.1 Le coût des études préalables

Des bureaux d'étude spécialisés interviennent sur le terrain afin de déterminer les contraintes existantes (topographiques, géologiques, hydrogéologiques...) et prennent en compte le caractère propre du refuge (fréquentation, nature des prestations offertes...). Ils réalisent alors une synthèse qui conduit au meilleur choix de la filière d'assainissement pour le site étudié, avec le dimensionnement et le positionnement des dispositifs retenus.

Ce travail primordial nécessite 2 à 5 journées d'ingénieurs ou de techniciens expérimentés, terrain, déplacements, travail en bureau et rapport compris, au prix de 1 500 € HT la journée.

L'ensemble des études préalables doit être concrétisé par **une notice technique et d'impact** comprenant :

- une étude hydrogéologique globale portant sur l'aptitude des sols à infiltrer et à épurer des effluents au préalable décantés, sur l'aptitude des sols à supporter un épandage des boues des fosses toutes eaux, sur le pouvoir de dilution du cours d'eau le plus proche, sur la vulnérabilité d'eaux souterraines et superficielles à l'aval des rejets,

- une étude topographique portant sur les espaces disponibles et le dénivelé, l'accès au site...,
- le choix du procédé adapté au traitement des eaux usées,
- une notice des impacts directs ou induits sur le milieu naturel,
- et une évaluation des contraintes et des coûts d'investissement et de fonctionnement.

Cette notice est destinée à permettre :

- aux responsables administratifs d'apprécier le bien fondé de l'aménagement et des dérogations sollicitées par rapport à la réglementation sur l'assainissement autonome
- aux propriétaires d'investir en toute connaissance pour les meilleurs résultats.
- aux architectes d'intégrer dès la conception les contraintes des dispositifs recommandés,
- aux gestionnaires d'intégrer leurs exigences de fonctionnement.

6.1.2 Le coût des matériaux et dispositifs techniques

Une fois les caractéristiques de la filière d'assainissement déterminées et le dimensionnement calculé, le coût dépend du volume des dispositifs, de la longueur des adductions, du nombre de regards de visite...

6.1.3 Les coûts de la mise en œuvre

Ils sont excessivement variables en fonction de l'accessibilité au site et de l'ampleur des dispositifs.

Ils intègrent :

- le conditionnement du matériel,
- le transport routier jusqu'au refuge ou la DZ hélicoptère si nécessaire,
- l'acheminement sur site par hélicoptère comprenant les rotations et la mise en place de l'appareil,
- l'acheminement en hélicoptère de la main d'œuvre et du matériel de chantier,
- les terrassements sur site avec excavations, déroctage, intégration paysagère dans le site,
- les fondations bétonnées ou l'infrastructure bâtie qui recevront les dispositifs d'assainissement,
- la main d'œuvre à coût élevé compte-tenu des conditions de travail difficiles et de l'isolement.

Ces coûts sont d'autant plus élevés qu'il n'existe pas de véritable mise en concurrence des entreprises.

6.2 Le coût du fonctionnement

Il est contraint par le choix de la filière d'assainissement.

6.2.1 L'entretien quotidien

Lorsque l'installation est intégrée au refuge, le coût n'apparaît pas véritablement si ce n'est l'achat du papier toilette, des produits d'entretien et la main d'œuvre (1/2 h par jour).

Par contre, un dispositif isolé, sans présence humaine permanente, va nécessiter des visites fréquentes journalières (parkings...) ou hebdomadaires hors période estivale. Le coût de la visite dépasse plusieurs centaines d'euros

6.2.2 Les vidanges

a - Les graisses

Récupérées si possible tous les quinze jours dans le bac à graisses, elles sont stockées sur site jusqu'en fin de saison dans un fût de 100 à 200 litres. Ces vidanges demandent 3 heures annuelles et sont réalisées par le gardien sur site. Le fût (ou plusieurs si nécessaire) est redescendu en vallée en fin de saison par véhicule tout terrain ou hélicoptère et acheminé vers une station de traitement adaptée (incinération). Le coût global de la prestation comprendra l'évacuation du fût vers la vallée, le transfert vers le site de traitement et le coût du traitement.

b - Les boues

Les prétraitements des eaux usées par fosse septique ou toutes eaux génèrent des boues, peu évoluées, qui doivent être vidangées annuellement dans le cas d'installations très sensibles au gel ou tous les 2 à 3 ans pour des installations enterrées.

Lorsque cette technique est bien adaptée au site et autorisée, les boues sont épandues à proximité du refuge, par aspersion.

Dans ce cas, le coût englobe :

- l'achat ou la location du matériel de vidange qui comprend :
 - une pompe dilacératrice ou sécatrice dont la puissance est déterminée par la distance et le dénivelé de la zone d'épandage (6 kW pour un tuyau de 150 m et de diamètre de 50 mm, avec un dénivelé négatif de 15 m), un trépied avec palan pour le maniement de la pompe, un tuyau souple de longueur en rapport avec la zone d'épandage définie dans l'autorisation administrative, un générateur électrique (type groupe électrogène) adapté à la puissance de la pompe. Il peut être déjà à demeure au refuge,
 - un nettoyeur haute-pressure avec désinfectant,
 - des combinaisons et gants de travail imperméables,

- l'acheminement du matériel sur le site. Le kit de vidange doit être conditionné contre les chocs, avec une charge totale adaptée au véhicule de transport (véhicule tout terrain, hélicoptère) pour éviter des rotations,
- l'acheminement de la main d'œuvre spécialisée, parfois en hélicoptère,
- la prestation des personnels sur le site (2 personnes pour la journée).
- et la descente du matériel et des personnels.

Le montant d'une vidange, amortissement compris, s'élève à 1000 € HT pour un site accessible en véhicule tout-terrain et à plus de 2500 € HT pour un site nécessitant l'hélicoptage.

Dans le cas d'une évacuation des boues en vallée, le coût de la prestation doit prévoir :

- l'achat ou la location de containers étanches et armés, de capacité de 0,5 à 1 m³, adaptés à la puissance du véhicule tout terrain ou de l'hélicoptère,
- son acheminement sur le site, après conditionnement adapté,
- l'acheminement des personnels,
- l'acheminement du matériel de vidange,
- la prestation transport vers la vallée (rotation véhicule tout terrain ou hélicoptère),
- le transport vers une station d'épuration,
- le coût du dépotage en station d'épuration,
- la descente du matériel de vidange et des personnels,
- la prestation des personnels sur site et en vallée (2 personnes pour une journée) ;

A titre indicatif, le coût global d'une vidange, réalisée par une société spécialisée, pour un site accessible par un camion de 9 m³, s'élève à 1 500 € HT, En comparaison le seul coût d'hélicoptage d'une vidange de 12 m³ s'élève à 12 000 € HT.

S'agissant du traitement des boues in situ, par l'action du gel et du dégel, les frais d'entretien comprennent :

- l'acheminement de la main d'œuvre spécialisée et du matériel de pompage, en hélicoptère si nécessaire,
- le transfert des boues vers le filtre à sable,
- la récupération, en fin d'été, des boues consolidées,



Figure 35 : Matériel PN Vanoise (photo PNV).

leur conditionnement et leur descente vers la vallée, en hélicoptère si nécessaire (1 à 2 rotations)

- la descente du personnel et du matériel de pompage,
- le transbordement vers un incinérateur ou une station de compostage,
- le coût de l'incinération ou du compostage. La prestation demande 1 journée de technicien.

La vidange d'une fosse étanche va nécessiter le matériel et les opérations suivantes :

- la mise à disposition de containers adaptés (0.5 à 1 m³, rigidité assurée),
- l'acheminement du matériel et des personnels (2 techniciens), par voie terrestre ou aérienne,
- les rotations de véhicules tout terrain ou d'hélicoptère,
- la descente du matériel et des personnels,
- la mise à disposition d'un véhicule adapté pour transfert vers une station d'épuration équipée,
- le traitement en station d'épuration.



Figure 36 : Héliportage du matériel (photo PNV).

c - Les toilettes à recyclage

L'entretien de toilettes à recyclage nécessite :

- l'achat de produits bactéricides (20 € la boîte) et d'antigel (100 € les 40 litres).

La vidange demande :

- la mise en place d'un container rigide de 0,5 m³,
- la prestation de 2 techniciens pour 1/2 à 1 journée,
- l'acheminement du matériel et des personnels par voie terrestre ou aérienne,
- la descente du matériel, des personnels et du container,
- le transfert de ce dernier vers une station de traitement adaptée
- et, enfin, le coût du traitement proprement dit.

d - Les toilettes sèches

L'entretien des toilettes sèches demande, comme pour tous types de WC :

- des interventions plusieurs fois par jour au niveau du local des toilettes (nettoyage de la cuvette et du siège,
- la fourniture du papier toilette...).

L'évacuation des matières solides, tous les ans pour certains refuges, tous les 2 ans pour d'autres, nécessite :

- l'intervention d'un technicien pour une journée, avec la mise en sacs,
- le conditionnement dans un container,
- l'acheminement du matériel et du technicien par voies terrestre ou aérienne,
- la descente du matériel, du technicien et des déchets solides,
- le transfert vers une unité de compostage ou d'incinération
- et le coût du traitement.

6.2.3 L'entretien saisonnier

Outre l'entretien au quotidien et les opérations de vidanges périodiques, le fonctionnement saisonnier des installations d'assainissement nécessite **des opérations de maintenance lors des phases d'arrêt et de redémarrage**. Ce peuvent être des remplissages, des vidanges et les mises hors gel pour les installations utilisant de l'eau.

Ces opérations ont un coût en terme de temps de travail pour le gardien. De plus, l'isolement nécessite pour le gardien d'être formé au remplacement de matériel défectueux et de disposer des pièces de rechange des éléments essentiels au bon fonctionnement du dispositif d'assainissement. Ce sont, par exemple, les cas du ventilateur de mise en dépression sur les WC secs ou de flotteurs de chasses d'eau.



La baraque des Rognes, 2768 m, Massif du Mont Blanc, Haute Savoie (France).

7

Aide au choix des dispositifs

La détermination du meilleur choix technique pour un refuge donné s'appuie sur quatre critères majeurs dont l'évaluation est susceptible d'être modifiée suivant la saison.

- Le critère « **Eau courante** » définit une disponibilité permanente d'eau en quantité suffisante pour entraîner les effluents.
- Le critère « **Forte puissance électrique** » indique la disponibilité permanente de puissances électriques de plusieurs kW (réseau EDF, pico centrale)
- Le critère « **Accès véhicule** » est relatif à la possibilité d'atteindre le site en véhicule routier lourd.
- Le critère « **Possibilité de rejet in situ** » prend en compte l'autorisation de rejet des eaux traitées et d'épandage des boues.

A ces critères, il convient d'ajouter, pour affiner le choix, le contexte financier et la prise en compte des inévitables particularités de chaque refuge. (motivation des partenaires, historique du site, contraintes architecturales notamment dans les cas de rénovation)....

Deux dispositifs différents peuvent cohabiter dans un même refuge, l'un pour la saison estivale et l'autre en période hivernale.

Pour chacune des solutions proposées, le lecteur trouvera dans le guide :

- une description technologique,
- la mise en oeuvre,
- le fonctionnement
- les coûts

Les différents acteurs doivent identifier les caractéristiques de leur site pour évaluer la solution la mieux adaptée. Aucune solution propre à un site n'est transposable à l'identique dans un autre site.

Enfin, il aurait été intéressant de comparer les divers dispositifs en terme d'efficacité. Cette comparaison n'est pas réaliste du fait de la variabilité de la fréquentation. Les résultats sont bien sûr très bons, quel que soit le dispositif, lorsque la fréquentation est moyenne. Ils peuvent ne pas être conformes aux normes de rejet lors des pointes de fréquentation.

Une approche exprimée en rejet total ou en nombre de jours de dépassement des seuils serait sans doute pertinente, mais le coût financier des analyses pour accéder à la connaissance de ces résultats est tout à fait déraisonnable. De plus il faut relativiser l'impact de ces dépassements ponctuels eu égard aux capacités d'élimination du milieu naturel et des risques encourus.

Disponibilité				Solutions
Eau courante	Forte Puissance électrique	Accès véhicule	Possibilité de rejet in situ	
Oui	Oui	Oui	Oui	Tout dispositif
Oui	Oui	Oui	Non	WC secs avec évaporation ou WC chimique ou fosse étanche
Oui	Oui	Non	Oui	(Micro Step ou fosse toutes eaux + infiltration/épandage) ou (bac à graisses + fosse Imhoff +lit bactérien percolateur)
Oui	Oui	Non	Non	WC secs avec évaporation ou WC chimiques + héliportage
Oui	Non	Non	Non	WC secs ou WC chimique + héliportage
Oui	Non	Oui	Oui	(WC secs ou WC chimiques ou fosses toutes eaux + infiltration/épandage) ou (bac à graisses + fosse Imhoff +lit bactérien percolateur)
Oui	Non	Oui	Non	WC secs ou WC chimiques ou fosse étanche
Oui	Non	Non	Oui	(Fosse toutes eaux + infiltration/épandage) ou (bac à graisses + fosse Imhoff + lit bactérien percolateur)
Non	Oui	Oui	Non	WC secs avec évaporation ou WC chimique ou fosse étanche ou stockage en bacs
Non	Oui	Non	Oui	WC secs avec évaporation ou WC chimique + héliportage
Non	Non	Oui	Oui	WC secs ou WC chimique
Non	Oui	Oui	Oui	WC secs avec évaporation ou WC chimique
Non	Oui	Non	Non	WC secs avec évaporation ou WC chimique + héliportage ou stockage en bacs héliportables
Non	Non	Oui	Non	WC secs ou WC chimique ou stockage en bacs
Non	Non	Non	Oui	WC secs ou WC chimique + héliportage
Non	Non	Non	Non	WC secs ou WC chimique + héliportage ou stockage en bacs héliportables

Tableau 5 : Aide au choix d'un dispositif d'assainissement.

BIBLIOGRAPHIE

- ARPE –2007, Guide de gestion environnementale des refuges gardés dans les Pyrénées. ADEME. DIREN. PN Pyrénées
- Associazione austriaca per le acque ed i rifiuti, -2000- Smaltimento delle acque reflue in zone montane, Terza edizione revisionata, Vienna
- BARDEAU S - 2000 - Etude préalable au rejet des effluents de deux sites isolés d'altitude (Mont-Blanc). Stage MST Montagne, Club Alpin Français, Université de Savoie
- BARRAULT F. et HASSMANN T. –1998- Mise en place et suivi d'un système d'assainissement, Installation d'une centrale d'acquisition et analyse des données. Travail de fin d'études ESIGEC
- BELINE J. et LEFEVRE A. - 2004 - Alimentation en eau potable et assainissement des refuges du Mont-Blanc. Mémoire de stage M1 IUP Montagne, Université de Savoie, Club Alpin Français.
- BELTRAMO R. et DUGLIO S., -2006- Il ciclo delle acque nei rifugi alpini della valle d'Aosta : approvvigionamento, uso e principali aspetti ambientali, Sopra il livello del mare N°27 pp22-27, Istituto Nazionale della Montagna- IMONT Editore
- BERGER J, BRISSON E. et POUPÉLIN C., -1999 – Alimentation en eau et assainissement des refuges d'altitude. Evaluation et diagnostic des installations. Mémoire de stage M1 MST Montagne. Université de Savoie.
- BOBET L., 2006 – Alimentation en eau potable et élimination des effluents en sites isolés d'altitude. Bilan réglementaire. Mémoire Master 2, Université de Savoie.
- BRICARD C. - 1999 - Les techniques d'assainissement des sites isolés d'altitude. Mémoire de DESS Aménagement et gestion des pays de montagne, Université de Savoie
- CHEVASSU L, 2003 Proposition d'une charte de gestion environnementale de l'espace parc. PN Vanoise. Mémoire Master 2 Pro Université de Nice
- CORAIL M., 1991 – L'assainissement des refuges de montagne. DEA INSA Lyon.
- GUERCILENA F. -1994- La depurazione dei reflui di rifugi alpini, Problematicherie ed Esperienze, Thèse, Università degli Studi di Pavia
- HUGUET N - 2000 - Assainissement des refuges de haute montagne dans le Parc National des Ecrins. DEA de gestion des espaces Naturels, Club alpin français et Université de Savoie
- JACOB J. - 2006 - Potabilisation et assainissement des eaux au sein des Massifs du Mont-Blanc et de la Vanoise. Mémoire de stage IUP Montagne, Université de Savoie, Club Alpin Français.
- MERMINOD F. - 2007 - Alimentation en eau et assainissement des refuges appartenant au Parc National de la Vanoise. Mémoire de stage EPGM, Université de Savoie, Parc National de la Vanoise
- MOREL C. et BAILLY S. – 2006- Situation et évolution des WC Chimiques pour une application en refuges de Haute-Montagne, Master pro Chimie Environnement Développement Durable, Université de Savoie
- OLMO M.-1993- Impianto di depurazione al rifugio Deffeyes (m 2494), Lo Scarpone.
- Randonnées pyrénéennes - 1997 - Gestion de l'eau dans les bâtiments d'altitude. Les Cahiers Techniques n°2
- RANCHIN E - 1996 - Economie des techniques d'assainissement des refuges de montagne du Parc National de la Vanoise. Stage MST Montagne, Parc National Vanoise et Université de Savoie

SIX L. - 2007- Réalisation d'une interrogation de base de données en PHP, Rapport de Stage option 501, Université de Savoie

SOLTHERM - 1994 - Assainissement des eaux usées pour les sites isolés en montagne. Ministère de l'Environnement, agence de l'Eau RMC

TECHER F. - 2000 - L'assainissement en site isolé d'altitude. Mémoire de stage IUP Montagne, Université de Savoie

VANUCCI N. -2006-Retour d'Expérience sur les dispositifs d'assainissement des refuges de montagne - Rapport de stage de maîtrise IUP Montagne

WYSS R - 2008 - Impact des eaux usées des cabanes de montagne sur la qualité des eaux. Master of science in geography, Université de Lausanne, Suisse

WEBOGRAPHIE

Société d'économie alpestre de la Haute-Savoie,
http://www.echoalp.com/alpages_savoie/sea_74.php

Isea Group : assainissement environnemental et réalisation d'installations pour le traitement des eaux rejetées
<http://www.iseagroup.com>

Ecosphère Technologies : toilettes sèches, sans eau, sans produits chimiques pour les sites isolés ou éloignés des réseaux. <http://www.saniverte.fr>

Frans Bonhomme : tubes et raccords plastiques : <http://www.fransbonhomme.fr/>

Satna : toilettes Biologiques : <http://www.lasatna.com/>



Refuge de Tête Rousse, 3167 m, Massif du Mont-Blanc - Haute savoie (France).



Refuge Vittorio Sella, 2584 m - Valnontey, Massif du Grand Paradis (Italie) (photo Velio Coviello).

Partenaires



Agence Touristique
Départementale
de Haute-Savoie



Collaborateurs



Gaston MULLER Architecte –
392, route du Bettex - 74170 Saint Gervais



BOURJOT
Environnement

Cofinanceurs



Rhône-Alpes Région



ISBN 978-2-9520432-7-4



9 782952 043274